MÉMOIRES

DE

LA SOCIÉTÉ D'ÉMULATION

DU DÉPARTEMENT DU DOUBS.

TROISIÈME SÉRIE. — DEUXIÈME VOLUME.

1857



BESANÇON,
IMPRIMERIE DE DODIVERS ET Cᵉ,
Grande-Rue, 42.

—

1858

MÉMOIRE

SUR LES

TERRAINS CRÉTACÉS

DU

JURA,

Par M. Ch. LORY (1),

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble.



On connaît depuis longtemps dans le Jura deux formations appartenant à la série des terrains crétacés : le terrain *néocomien* et le *gault* Dans une note communiquée récemment à la Société

(1) Ce Mémoire, dont la rédaction remonte à 1849, n'a pu être livré à l'impression dans l'année même où son auteur y avait mis la dernière main, et cela par suite de combinaisons que des circonstances particulières n'ont pas permis de réaliser. MM. Pidancet et Lory ayant exploré simultanément en 1847 diverses régions du Jura, en France et en Suisse, étaient arrivés aux mêmes idées sur le rôle du terrain néocomien et l'absence de toute dislocation des couches jurassiques avant le dépôt de ce terrain, Ils poursuivirent alors en commun la vérification de ces idées, et les résultats de leurs explorations ont été consignés par eux dans deux notes publiées dans ce recueil. Dès lors, ils projetèrent de faire un travail d'ensemble sur le terrain néocomien des chaînes du Jura. M. Pidancet, qui avait le premier reconnu la série complète des assises néocomiennes, dans les départements du Doubs et du Jura, se proposait d'en faire, dans ces deux départements, une étude détaillée et approfondie. M. Lory se chargeait de poursuivre, dans tout le reste du Jura, la Haute-Saône, le Jura suisse, le département de l'Ain, la vérification des faits reconnus en commun, en opposition avec les conclusions de tous les géologues, leurs devanciers, qui avaient admis une discordance complète entre le terrain néocomien et les terrains jurassiques, la dislocation et le soulèvement de ceux-ci en chaînes nombreuses, entre lesquelles le terrain néocomien se serait déposé. Pendant les années 1848 et 1849, M. Lory fit à cet effet de nombreux voyages, et il reconnut l'existence *de fossiles d'eau douce* dans l'assise des

géologique de France (1), j'ai signalé la présence de la *craie chloritée* sur plusieurs points du Jura français; aujourd'hui, entre autres points sur lesquels je désire appeler l'attention, j'établirai l'existence d'une formation d'eau douce, placée constamment entre le terrain jurassique et le terrain néocomien, dans toute la ligne du Jura comprise entre Bienne et Belley; d'après sa position géognostique, cette formation représenterait par conséquent l'étage *wealdien* de l'Angleterre.

Mais avant d'exposer les résultats de mes propres recherches, je dois déterminer en quelques mots le point d'où je suis parti, et rendre, à ceux qui m'ont devancé dans l'étude du Jura, la part de priorité qui leur revient naturellement.

Le terrain néocomien constitue, comme l'on sait, la plus importante partie des dépôts crétacés que l'on rencontre dans le Jura. L'assise la mieux caractérisée de ce terrain est celle qui renferme partout un ensemble de fossiles bien connus, tels que l'*Ostrea Couloni* Defr., le *Toxaster complanatus* Ag., etc. Malgré de grandes variations dans le *facies* du terrain, cet

marnes placées à la base du terrain néocomien. M. Pidancet avait constaté le premier l'existence constante de cette assise; M. Lory, d'après ses fossiles, la distingua du terrain néocomien et la regarda comme représentant le groupe *wealdien* de l'Angleterre. Alors, M. Pidancet n'étant pas disposé à une publication commune, il consigna les résultats de ses observations dans le travail que la Société d'Emulation publie aujourd'hui. M. Pidancet, bien que ses droits fussent réservés pour tous les faits dont il avait la priorité, s'opposa à la publication de ce travail. MM. Grenier et Coquand, que les parties intéressées consentirent à prendre pour arbitres, proposèrent une transaction qui fut acceptée avec loyauté de part et d'autre. Il fut convenu que MM. Pidancet et Lory publieraient en commun, dans le courant de 1850, un Mémoire contenant l'ensemble de leurs observations sur les terrains crétacés du Jura, et dans lequel serait nettement établie la part de chacun d'eux. M. Lory fit immédiatement remise de son manuscrit entre nos mains. En dernier lieu même, M. Pidancet demanda à publier d'abord seul les résultats de ses observations personnelles, s'engageant à le faire le plus tôt possible, dans le courant de l'année 1850, pour laisser à M. Lory sa liberté d'action.

Cependant, mis à plusieurs reprises en demeure de remplir cet engagement, pour que la science ne fût pas privée plus longtemps de découvertes intéressantes, M. Pidancet a laissé s'écouler sept années sans rien produire. Dans cet état de choses, MM. Coquand et Grenier ont jugé convenable de proposer à la Société d'Emulation la publication du travail de M. Lory : les recherches de ce géologue sur les terrains crétacés du Dauphiné permettent aujourd'hui de compléter et de généraliser la plupart des résultats et des conclusions de ce Mémoire, et lui donnent par conséquent un nouvel intérêt. C. Grenier. — H. Coquand.

(1) *Réunion extraordinaire à Epernay*, septembre 1849.

ensemble de fossiles se maintient depuis Neuchatel jusqu'aux extrémités méridionales du Jura, jusqu'au Salève et au Mont-du-Chat, et partout il caractérise la *partie moyenne* du terrain néocomien.

Tous les géologues qui ont étudié à Neuchatel la coupe du ravin de l'Ecluse savent qu'au-dessous des marnes bleues à spatangues et à *Ostrea Couloni*, on rencontre d'abord un calcaire roux en couches minces, souvent ferrugineux à sa base, et plus bas des couches plus épaisses d'un calcaire jaunâtre, suboolithique, où l'on ne trouve qu'un très-petit nombre de fossiles, la plupart inconnus ou indéterminables; parmi ceux que l'on peut voir au musée de Neuchatel, le plus abondant et le seul à peu près que l'on puisse citer avec certitude, est la *Pholadomya elongata* Münst., particulièrement la variété dont M. Agassiz a fait le *Ph. Scheuchzeri.* Quant à la limite qui sépare ces calcaires néocomiens inférieurs d'avec le terrain jurassique, il ne paraît pas qu'elle ait été nettement indiquée par aucun des géologues qui ont décrit les environs de Neuchatel.

La même incertitude relativement à cette limite inférieure existe dans la description que M. Itier a faite du terrain néocomien dans le département de l'Ain. D'après les diverses coupes qu'il en donne, on serait porté à croire que l'étage néocomien inférieur aux marnes à spatangues ne présente aucune constance dans sa puissance et sa constitution, et M. Itier dit positivement qu'il n'existe aucune limite sûrement reconnaissable entre le terrain néocomien et l'étage jurassique supérieur; il faut, dit-il, s'aider surtout de la discordance observée dans la stratification; nous verrons plus loin à quelles erreurs cette prétendue discordance l'a quelquefois conduit (1).

Quant à M. Marcou, dans sa description de la vallée de Nozeroy (2), il n'a point connu non plus la base du terrain néocomien; il le termine inférieurement par le minerai de fer subordonné aux calcaires roux et par une petite couche de *marnes bleues sans fossiles* qui manquent dans une grande partie du Jura; pour ce qui est des calcaires inférieurs, ceux qui contiennent à Neuchatel la *Pholadomya elongata,* M. Mar-

(1) *Notice sur la formation néocomienne du département de l'Ain*, etc., Congrès scientifique de France, session tenue à Lyon. 1843.

(2) *Recherches sur le Jura salinois*, Mém. de la Soc. géol., 2e série, t. III,

cou n'en fait aucune mention, et il paraît les avoir confondus avec la partie supérieure du terrain jurassique.

Ces erreurs du travail de M. Marcou ont été reconnues, en 1847, par mon ami et collaborateur M. Pidancet, et c'est à lui que revient le mérite d'avoir observé le premier la série complète des assises qui séparent les marnes à spatangues, ou l'étage néocomien moyen d'avec la partie supérieure du terrain jurassique. On sait depuis longtemps qu'il existe, à la base du terrain néocomien, dans plusieurs localités de la Franche-Comté, des amas peu étendus de gypse contenus dans une assise de marnes grisâtres : tels sont les gypses exploités à la Rivière, la Ville-du-Pont, Foncine-le-Bas, dont M. Thirria a donné la description, il y a une dizaine d'années. Dans ces deux dernières localités, on voit très-nettement les marnes gypseuses reposer sur l'étage supérieur du terrain jurassique et servir par conséquent de base au terrain néocomien (1). Or, au-dessus des marnes gypseuses de Foncine, M. Pidancet reconnut d'abord un puissant étage de calcaires suboolithiques ou compactes, renfermant dans le haut la *Pholadomya elongata*, et ce n'est qu'au-dessus de cette assise, épaisse de trente à quarante mètres, que l'on rencontre les marnes bleues sans fossiles de M. Marcou et le calcaire roux avec le minerai de fer qui lui est subordonné. D'après cela, la série des assises comprises entre les marnes à *Spatangus retusus* et le terrain jurassique peut se diviser ici en trois termes : 1° calcaire roux en couches minces, avec minerai de fer dans ses couches inférieures et marnes bleues sans fossiles à sa base; 2° calcaires néocomiens inférieurs suboolithiques ou compactes en gros bancs; 3° marnes grises contenant les amas de gypse.

Le gypse ne constitue qu'un accident local dans les marnes qui le renferment; si l'on suit les couches dans leur prolongement, on voit que cette assise se réduit en général à des marnes d'un gris verdâtre, alternant dans le haut avec des calcaires gris plus pâles. Mais on peut constater aisément que, dans toute la vallée de Foncine, dans celle de Nozeroy qui lui est contiguë, elles se retrouvent toujours à la base du terrain néocomien.

Tels sont les résultats auxquels était arrivé M. Pidancet, en

(1) Thirria, *Mémoire sur le terrain jura-crétacé de la Franche-Comté*, Ann. des Mines, t. X.

1847, et qui ont servi de point de départ à quelques recherches que nous avons faites en commun : ainsi nous avons constaté la même composition de l'étage néocomien inférieur à la Dôle et dans ses environs, et d'autre part à Pontarlier et autour de Sainte-Croix, dans le canton de Vaud (1).

La question de la limite inférieure des terrains crétacés se trouvait ainsi débrouillée dans une partie du Jura central. Il restait à en poursuivre l'étude dans les régions où les géologues qui nous ont précédés assignent au terrain néocomien des caractères généralement assez différents. Je me proposai pour but de rechercher dans toute l'étendue du Jura, de Gray à Bienne et de Bienne à Belley, les variations que présentent les différents étages de la série crétacée; d'arriver ainsi à fixer sûrement les divisions générales que l'on peut y établir. J'ai reconnu l'existence de fossiles d'eau douce dans l'assise marneuse signalée par M. Pidancet comme formant constamment la base du terrain néocomien, et dont les marnes gypseuses de Foncine et de la Rivière ne sont qu'un *facies* local. J'en ai conclu que ces marnes devaient être séparées du terrain néocomien et qu'elles représentaient la groupe *wealdien*, qui vient ainsi former un horizon géognostique des plus nets entre le terrain jurassique et le terrain néocomien. Quant au terrain néocomien lui-même, je crois être arrivé à quelques résultats non moins intéressants, en l'étudiant comparativement dans toutes les parties du Jura, en déterminant ses variations de *facies* et en rectifiant les observations d'après lesquelles la plupart des géologues ont admis sa discordance avec le terrain jurassique dans les environs de Neuchatel et surtout dans le département de l'Ain, dans les régions par lesquelles le Jura se rattache aux Alpes.

Il se présente d'abord une question préliminaire, que je vais tâcher d'éclaircir en peu de mots : *La série des étages jurassiques reste-t-elle complète jusqu'à l'extrémité méridionale du Jura?* Existe-t-il des caractères auxquels on puisse reconnaître partout les asssises supérieures de ce terrain, de manière à dé-

(1) *Note sur la Dôle*, Bull., 2e série, t. V; *Mémoire sur le terrain néocomien des environs de Sainte-Croix et du Val-de-Travers*, dans les Mémoires de la Société d'Emulation du Doubs, 1848.

cider si c'est bien toujours sur elles que repose la série des étages crétacés ?

On sait que dans la région nord-ouest du Jura, à Porrentruy, à Besançon, à Salins, l'ensemble des couches supérieures au groupe oxfordien présente à diverses hauteurs des assises de marnes, bien caractérisées par leurs fossiles et qui permettent d'y établir quatre groupes nettement tranchés : corallien, séquanien, kimméridien et portlandien. Pour ne pas insister sur ces subdivisions, je n'ai qu'à renvoyer au travail le plus récent dans lequel leurs caractères ont été décrits, celui de M. Marcou sur le Jura salinois. Mais on sait également que, dans une grande partie du Jura, les limites de ces subdivisions deviennent tout à fait incertaines, parce que les assises de marnes et les fossiles qui les caractérisent disparaissent promptement, dès que le terrain jurassique tend à révêtir un *facies* pélagique. Or, c'est ce qui arrive malheureusement pour la presque totalité des régions où se rencontrent le terrain néocomien et les autres étages crétacés. Toutefois, si l'on part des excellents travaux de MM. Thurmann et Gressly, si on en rapproche les descriptions données du terrain jurassique au Salève par M. Alphonse Favre (1), au Mont-du-Chat par M. Chamousset (2); si l'on compare attentivement les coupes des étages jurassiques supérieurs depuis le Jura bernois jusqu'à Belley, on trouvera dans cette immense série de calcaires des points de repère bien nets, qui montrent que partout le terrain jurassique se trouve complètement développé.

Ainsi le groupe corallien, si bien caractérisé dans les régions littorales par le *facies* auquel son nom fait allusion, continue de mériter ce nom jusqu'à l'extrémité méridionale du Jura : on connaît les magnifiques polypiers qui s'y rencontrent en abondance à Oyonnax (Ain), et en général dans tous les environs de Saint-Claude et de Nantua ; dans tout le département de l'Ain, il existe dans ce groupe des assises entières présentant une structure finement saccharoïde, qu'elles ne doivent qu'aux Astrées, Lithodendrons et autres polypiers dont elles sont presque entièrement formées; la même chose se remarque au Salève dans ce que M. Favre appelle la division inférieure

(1) *Considérations géologiques sur le mont Salève*, Mém. de la Société de physique et d'hist. nat. de Genève, t. X.
(2) Bull. de la Soc. géol., réunion à Chambéry, 1844.

du calcaire corallien. Les Nérinées, les Dicérates, ne sont nulle part plus abondantes que dans les calcaires coralliens des environs de Nantua, de Bellegarde, de la cluse de Pierre-Châtel, du Mont-du-Chat, etc. Enfin, nulle part non plus l'oolithe corallienne ne présente un aussi beau développement, une plus grande variété dans la grosseur des grains, un plus grand nombre de fossiles roulés, servant de noyaux au calcaire qui s'est aggloméré autour d'eux pour en former souvent d'énormes pisolithes à couches concentriques. Sans avoir besoin de rappeler sous ce rapport les oolithes coralliennes à gros grains du Salève et du Mont-du-Chat, je citerai à l'ouest de Belley des assises puissantes entièrement formées de pisolithes, dont la grosseur varie de celle d'une noisette à celle d'une noix et qui ont généralement pour noyaux des fragments de polypiers roulés.

Ainsi l'étage corallien se montre admirablement caractérisé, à l'extrémité méridionale du Jura, beaucoup mieux même qu'il ne l'est dans des régions plus rapprochées de celles où le terrain jurassique affecte un faciès complétement littoral.

Il n'en est pas tout à fait de même des autres groupes supérieurs du terrain jurassique : on sait que, même dans le nord-ouest du Jura, à Besançon ou à Salins par exemple, on n'y rencontre guère de fossiles que dans les assises marneuses ; dans les calcaires ils sont rares et le plus souvent indéterminables. Les marnes séquaniennes, caractérisées par l'*Astarte minima* Phill. et l'*Apiocrinus Meriani* Desor, continuent à se montrer encore dans quelques régions subpélagiques, telles que Morteau, la Chaux-de-Fonds, Pontarlier, le Val-de-Travers ; mais elles manquent dans les contrées plus méridionales. Quelques fossiles des marnes kimméridgiennes, comme le *Pteroceras Oceani* Brong., le *Pholadomya Protei* Brong., le *Ceromya excentrica* Ag., se retrouvent encore jusqu'aux alentours de Saint-Laurent et des Rousses, dans des calcaires marneux qui tiennent la place de ces marnes si bien développées au Banné, près de Porrentruy, à Montbéliard et aux environs de Besançon. Quant à l'*Exogyra virgula* Defr., avec l'assise marneuse qu'elle caractérise, elle ne dépasse guère les environs de Besançon et de Salins, de telle sorte que la limite inférieure du groupe portlandien proprement dit devient promptement incertaine. Les seuls fossiles de ce groupe que l'on

rencontre abondamment jusque vers l'extrémité méridionale du Jura, sont les Nérinées caractéristiques de ses assises moyennes, comme les *Nerinœa trinodosa*, *N. grandis* Voltz, *N. Salinensis* Thurm. Ces Nérinées tracent un horizon géognostique très-bien déterminé jusque dans les environs de Nantua, où on les rencontre à profusion, par exemple au port de Thoirette sur l'Ain, et sur la grande route de Genève entre Nantua et Châtillon : je ne les ai pas retrouvées plus au midi, et elles n'ont pas été signalées non plus au Salève ni au Mont-du-Chat. Dans ces deux localités, ainsi que dans les environs de Belley, toute la série des calcaires jurassiques venant au-dessus de l'oolithe corallienne est presque entièrement dépourvue de fossiles : on ne peut plus y distinguer, par aucun moyen, les divers groupes supérieurs du Jura ; et c'est ce qui a porté quelques géologues à comprendre toute cette série de calcaires dans le groupe corallien, à en conclure par suite que la série jurassique cessait d'être complète dans les régions du Jura qui se rapprochent le plus des Alpes.

Cette opinion est peut-être fondée, jusqu'à un certain point, pour le terrain jurassique de la Savoie ; mais elle ne paraît pas l'être même pour celui des environs de Belley. A défaut des fossiles, des Nérinées par exemple, par lesquels on peut reconnaître l'existence du groupe portlandien jusque dans les environs de Nantua, il y a une couche qui conserve des caractères parfaitement constants dans toute la partie des Monts-Jura, où l'on rencontre le terrain néocomien : c'est l'assise supérieure du groupe portlandien lui-même. Elle est formée partout de couches très-nettes et très-minces, ayant un ou deux décimètres d'épaisseur, et le plus souvent moins ; ces couches sont fréquemment rubanées, fissiles, presque schistoïdes, avec des dendrites très-nombreuses sur les plans de clivage ; leur structure est parfaitement homogène, leur pâte fine, souvent à demi cristalline, ou bien tout à fait compacte, d'apparence lithographique. Leur cassure est généralement unie ou esquilleuse, à bords tranchants ; leur teinte est le gris clair, tirant sur le jaunâtre, souvent variée de taches rousses ou verdâtres. Ces calcaires sont toujours plus ou moins magnésiens : sur un grand nombre d'échantillons pris dans les diverses parties du Jura, toujours immédiatement au-dessous du terrain wealdien (ou du terrain néocomien, quand le wealdien n'existe pas), j'ai

trouvé des proportions de magnésie variant depuis des traces très-faibles jusqu'à un équivalent pour un de chaux, ce qui constitue alors de véritables dolomies. Dans ce dernier cas, il arrive fréquemment que la roche est très-tendre, presque friable, se râclant au couteau avec la plus grande facilité ; en même temps elle est aussi plus ou moins argileuse. Telles sont les dolomies que l'on trouve à la partie supérieure du groupe portlandien à Bucey-lez-Gy (Haute-Saône) ; Couvet (Val-de-Travers), Thoirette et Brenod, près Nantua, Ceyzérieu et autres localités au nord et à l'est de Belley, etc. Un autre type de calcaires magnésiens, que l'on rencontre aussi presque toujours dans l'assise portlandienne supérieure, consiste en calcaires celluleux, cariés, analogues aux *cargneules* des Alpes, mais qui renferment seulement quelques centièmes de magnésie. Enfin, dans le canton de Neuchatel et une partie de l'arrondissement de Pontarlier (Oye, la Ville-du-Pont), les couches terminales du groupe portlandien sont ordinairement formées d'un calcaire cristallin, presque saccharoïde, grisâtre ou jaunâtre, quelquefois même tout à fait blanc (la Ville-du-Pont), qui contient aussi une dose plus ou moins forte de magnésie.

Pour quiconque a un peu d'habitude, cette assise supérieure de l'étage portlandien, vue sur le terrain en quelque point que ce soit du Jura, ne peut se confondre avec aucune autre assise du terrain jurassique ; et quoique dépourvue de fossiles, elle offre partout un ensemble si frappant de caractères stratigraphiques et minéralogiques qu'elle constitue un horizon géognostique excellent dans toute la moitié méridionale du Jura. Ses caractères persistent même dans le Jura soleurois, comme on peut le voir en comparant notre description à celle qu'en a donnée M. Gressly (1). On peut la désigner, comme l'ont fait quelques géologues, entre autres M. Parandier dans les environs de Besançon, sous le nom d'*assise de la dolomie portlandienne* (2).

(1) *Observations géologiques sur le Jura soleurois*, Mém. de la Soc. helvétique, t. IV; étage portlandien, faciès subpélagique et pélagique.

(2) Ce n'est pas toujours la seule assise jurassique où la magnésie existe en proportion notable; on rencontre des calcaires magnésiens, même de vraies dolomies, jusqu'à la base du groupe corallien, et cela surtout dans les régions méridionales du Jura, comme autour de Nantua et de Belley, au Mont-du-Chat, etc. ; mais ces dolomies coralliennes, quelquefois kimméridgiennes, sont en général mal stratifiées, de structure

De la constance avec laquelle cette assise se rencontre et conserve ses caractères, il résulte évidemment que partout la série jurassique est complète dans les régions où le terrain néocomien se rencontre, c'est-à-dire dans le triangle formé par Gray, Bienne et Belley; si elle cesse de l'être, ce n'est qu'à partir des points où cet horizon géognostique ne subsiste plus, ce qui paraît avoir lieu au Salève et au Mont-du-Chat, ainsi que dans le reste de la Savoie.

Cela posé, je crois qu'après en avoir poursuivi la vérification dans toutes les parties du Jura, je puis poser d'une manière générale le principe suivant :

La dolomie portlandienne, assise la plus élevée de toute la série jurassique, forme partout la base sur laquelle repose, sans discordance sensible, le premier étage des dépôts crétacés ; soit le terrain wealdien dont nous allons parler, soit, à défaut de lui, le terrain néocomien.

Ce principe est une extension de la conclusion par laquelle nous avions terminé, il y a deux ans, M. Pidancet et moi, notre notice sur la Dôle (1). Nous aurions pu avancer également la proposition réciproque et dire que *partout où l'on rencontre la dolomie portlandienne, on est à peu près sûr de trouver au-dessus d'elle quelques traces des dépôts crétacés inférieurs.* Nous ne connaissons en effet qu'une seule exception à cette règle, et, on peut le dire, c'est une exception qui ne fait que confirmer la généralité du principe : à Besançon, où toutes les assises de la série jurassique sont si nettement caractérisées, le groupe portlandien se termine par des couches minces, schistoïdes, d'un calcaire à pâte fine, légèrement magnésien ; mais comme ces couches ne subsistent que dans une localité de quelques mètres carrés d'étendue, il n'est pas étonnant que l'on ne retrouve plus au-dessus le terrain néocomien qui les recouvre dans la vallée de l'Ognon à Montcley et Devecey, dans celle de la Loue à Mouthier.

massive ; jamais elles n'ont l'ensemble des caractères stratigraphiques et pétrographiques de l'assise magnésienne par laquelle se termine le terrain jurassique. Je citerai comme exemples la dolomie, probablement corallienne, de Charix, près Nantua, qui m'a donné 35 à 36 pour cent de carbonate de magnésie ; la dolomie corallienne que l'on rencontre au col du Mont-du-Chat ; d'autres dolomies à peu près dans la même position, sur la route de Ceyzérieu à Belley, etc.

(1) Bull. de la Soc. géol., 2e série, t. V, novembre 1847.

Ainsi la faible étendue que couvrent aujourd'hui les dépôts crétacés dans le Jura ne doit nullement faire préjuger l'étendue sur laquelle ils ont pu se produire ; dans toutes les parties du Jura où le terrain néocomien manque, les assises supérieures du terrain jurassique manquent elles-mêmes constamment. Ce dernier fait ne peut résulter que de vastes dénudations, et dès-lors rien ne s'oppose à ce que l'on admette que les mêmes causes ont pu faire disparaître le terrain néocomien et les autres dépôts crétacés de la majeure partie des points où ils s'étaient primitivement étendus. La disproportion que l'on remarque aujourd'hui entre la surface totale du Jura et celle que couvrent les dépôts crétacés n'est guère plus grande que la disproportion analogue qui existe dans la Haute-Saône, dans les parties basses du Doubs et du Jura, entre les étendues occupées d'un côté par l'étage oolithique inférieur, de l'autre par l'ensemble des assises supérieures au groupe corallien. Rien ne s'oppose, à mes yeux, à ce que tous les lambeaux de terrains crétacés disséminés dans le Jura soient regardés comme des parties d'un même tout, des débris de formations continues déposées dans un seul et même bassin dont le fond était formé partout par la même couche jurassique.

Comme ces principes sont en opposition avec les idées généralement admises, surtout pour le département de l'Ain, je reviendrai plus loin sur cette généralité de la concordance entre le terrain jurassique et les dépôts crétacés, et je discuterai les raisons avancées à l'appui de l'opinion contraire.

Mais il convient de décrire d'abord les divers étages de la série crétacée du Jura en insistant seulement sur ceux dont les caractères n'ont pas été suffisamment précisés ; et surtout sur les variations que chacun d'eux présente quand on l'étudie comparativement dans toute l'étendue du Jura.

TERRAIN WEALDIEN.

Je crois devoir désigner sous ce nom une formation *contenant des fossiles d'eau douce, reposant toujours sur l'assise de la dolomie portlandienne et servant partout de base au terrain néocomien*, excepté dans les régions basses des départements du Doubs et de la Haute-Saône, où elle manque et où le terrain néocomien repose directement sur le terrain jurassique.

La formation wealdienne présente deux faciès distincts : l'un ordinaire, général, dont les caractères sont d'une grande constance ; l'autre exceptionnel, local, propre à certains points de la Franche-Comté et du canton de Neuchatel, et caractérisé par la présence du gypse en rognons ou amas plus ou moins étendus.

1° *Faciès ordinaire.* — La puissance moyenne du terrain wealdien peut s'évaluer à une quinzaine de mètres. Elle paraît aller en augmentant légèrement depuis le canton de Neuchatel jusqu'aux environs des Rousses, de Saint-Claude et de Nantua, où elle atteindrait son maximum ; toutefois, elle n'est pas beaucoup moindre à Belley, et, par suite, il est probable que ce terrain se prolonge au delà des limites du Jura et qu'on pourra le retrouver dans quelques parties de la basse Savoie et du Dauphiné.

Il se compose de marnes grumeleuses, d'un gris un peu foncé tirant sur le verdâtre, et de calcaires gris, compactes, qui alternent avec les marnes et finissent par dominer à la partie supérieure.

Les marnes wealdiennes sont presque entièrement argileuses : traitées à froid par l'acide acétique (1), elles lui cèdent un peu de chaux et une trace de magnésie ; reprises par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, elles sont à peine attaquées : on trouve dans la dissolution un peu d'oxyde de fer et d'alumine, des traces légères de chaux et surtout de magnésie. En somme, elles se composent à peu près comme les marnes verdâtres de la partie supérieure du keuper. Elles paraissent entièrement dépourvues de fossiles ; on y trouve quelquefois des traces de lignite, et on a même essayé, sans succès, d'y rechercher ce combustible sur quelques points du département du Jura.

Les calcaires wealdiens forment des couches généralement minces, d'un à trois décimètres ; ils sont un peu marneux, peut-être un peu siliceux, très-durs et très-tenaces, à cassure terne et rugueuse, sur laquelle on voit briller de petites lignes spathiques, limpides, qui dessinent les contours des fossiles empâtés dans la roche. Par l'exposition à l'air, ces calcaires se débitent en fragments rugueux, irréguliers, et les fossiles se détachent plus ou moins nettement à leur surface : c'est ainsi

(1) Marnes wealdiennes verdâtres de Charix, près Nantua.

seulement que ces fossiles se trouvent mis en évidence : autrement ils sont tellement empâtés dans la roche qu'il est impossible de les en extraire directement.

Ces fossiles sont d'ailleurs rares et de très-petite taille, et ce n'est que par une recherche minutieuse que l'on peut s'en procurer quelques-uns. Je les ai découverts dans la localité de Charix, près Nantua, sur le bord de la route de Genève : là on voit avec une parfaite netteté la formation wealdienne reposer sur la dolomie portlandienne, schistoïde, d'aspect lithographique, etc., en un mot présentant absolument les mêmes caractères qu'à Besançon ; tandis que les calcaires wealdiens sont recouverts immédiatement par des couches néocomiennes pétries de térébratules. Les fossiles d'eau douce se trouvent dans les couches calcaires les plus élevées de la formation ; il n'y a pas plus d'un mètre et demi d'intervalle entre la couche qui les renferme le plus abondamment et la couche néocomienne pétrie de térébratules. Ces fossiles, dont M. Deshayes a bien voulu revoir la détermination, appartiennent aux genres *Planorbe, Physe, Cyclade, Corbule* Je citerai encore une *Paludine* que j'ai trouvée dans la même formation, près d'Yenne en Savoie ; mais n'ayant rencontré ces fossiles que dans les derniers jours de mes explorations, je ne puis, pour le moment, indiquer d'autres localités : je dirai seulement que, dans des échantillons pris au hasard à Pontarlier, j'ai retrouvé aussi des traces de fossiles ; et d'ailleurs, les caractères pétrographiques de la formation wealdienne sont tellement constants dans tout le Jura, qu'il suffit d'y avoir trouvé des fossiles sur un point pour affirmer sûrement qu'on peut en trouver partout.

Un caractère singulier et parfaitement constant de cette formation, c'est que l'on y trouve toujours abondamment, soit dans les marnes, soit au milieu de la pâte grise qui forme les calcaires, des fragments d'un calcaire noir, tantôt usés et arrondis, tantôt anguleux, qui paraissent être des débris d'une roche étrangère, des calcaires noirs des Alpes par exemple. Ces débris sont de toute grosseur, depuis celle des grains de sable les plus fins jusqu'à celle d'une noix et même un peu plus. Avec eux on trouve aussi, mais moins abondamment, d'autres graviers d'un calcaire compacte, d'une teinte jaunâtre, pâle, paraissant appartenir aux étages jurassiques supérieurs : le

calcaire wealdien, pétri de ces débris étrangers qui tranchent sur sa pâte grise, présente ainsi très-souvent l'aspect d'une brèche ou d'un poudingue. Ainsi les couches qui, à Charix, renferment les fossiles cités plus haut sont elles-mêmes de véritables brèches. Ce caractère, joint à la présence des fossiles d'eau douce, assigne à la formation wealdienne, une origine fluvio-lacustre ; et la prédominance des calcaires noirs alpins parmi les débris, porte à croire qu'à cette époque, le massif des Alpes se trouvait déjà en partie émergé : il devait l'être, d'ailleurs, pour limiter du côté de l'est, le bassin intérieur où se déposait notre terrain (1).

L'existence de graviers alpins très-abondants dans une couche du Jura a été reconnue depuis longtemps à Neuchatel même par M. de Buch : c'est, je pense, au terrain wealdien lui-même que se rapporte la description, paragraphes 19 et 20, du *Catalogue des roches des environs de Neuchatel.* L'illustre géologue y montre parfaitement que les fragments noirs empâtés dans la roche dont il s'agit ne peuvent être que des débris de roches étrangères, probablement des calcaires des Alpes.

La présence de ces débris dans les couches wealdiennes est tellement constante que l'on peut se fonder sur elle comme sur la présence d'un fossile caractéristique pour reconnaître l'existence de la formation wealdienne sur des points où elle n'est pas bien à découvert. Ainsi, dans le Jura suisse, on rencontre peu de coupes où les marnes wealdiennes soient bien visibles ; mais dans les petites combes ou les talus qui en marquent la place, on trouve encore souvent, au milieu des marnes remaniées et méconnaissables, ces graviers noirs qui frappent de suite par le contraste de leur aspect et de celui des roches environnantes.

La formation wealdienne avec son faciès ordinaire, telle que nous venons de la décrire, peut être facilement observée dans beaucoup de localités, où l'on peut constater en même temps sa

(1) Je dois faire observer que, même dans certaines couches du terrain jurassique, offrant un faciès de charriage, on rencontre de ces graviers noirs qui ne peuvent guère être que des calcaires des Alpes : j'en ai trouvé par exemple à Besançon, entre le fort de Trois-Châtels et la Chapelle-des-Buis, dans des couches appartenant au corallien supérieur et formées entièrement de débris roulés de polypiers, nérinées, dicérates et autres fossiles. Là ces graviers sont petits et tout à fait arrondis ; ils se détachent d'eux-mêmes de la roche, qui est presque friable.

superposition immédiate à la dolomie portlandienne. Je citerai entre autres points :

Canton de Neuchatel et Jura bernois : Neuchatel, dans la gorge du Suyon, sur la rive droite, et aussi sur le bord de la route des montagnes, au sommet de la côte ; Villeret, près Saint-Imier ; Miéville, près la Sagne ; route des Ponts à Couvet; sentier de Couvet aux Perrenods ; etc.

Département du Doubs : Le Villers, près Morteau ; la route de Morteau à Pontarlier par les Allemands ; Pontarlier ; Oye ; Jougne; etc.

Département du Jura : La poste de Maison-Neuve, entre Saint-Laurent et Champagnole; le moulin du Sault, près Nozeroy (J. Pidancet) ; les Rousses (fossés du fort) ; la Dôle (Chalet-du-Creux) ; Septmoncel (route neuve de Saint-Claude) ; le port de Thoirette, sur l'Ain ; etc.

Département de l'Ain : La côte de Charix, près Nantua ; le versant E. de la chaîne du Colombier-de-Seyssel, au-dessus de Cras et de Chanay ; le flanc O. du Val-Romey, près de Charencin ; diverses localités à l'O. et à l'E. de Belley, surtout dans le chaînon qui court du N. au S. de Ceyzérieu, vers Yenne et sur lequel est bâti le fort de Pierre-Châtel.

2° *Faciès exceptionnel, avec gypse et calcaires magnésiens.*— Ce faciès de la formation wealdienne est propre à quelques parties de l'arrondissement de Pontarlier et des régions voisines, sans que l'on puisse nettement tracer les limites géographiques de sa distribution ; car dans des localités très-rapprochées on passe brusquement du faciès ordinaire au faciès gypseux le mieux développé : ainsi Oye et Pontarlier offrent des types du premier, tandis que la Rivière et la Ville-du-Pont sont les exemples les plus nets du second. Voici les principales localités où le terrain wealdien présente le faciès caractérisé par la présence du gypse.

A l'O. et au N. de Morteau, on a exploité ou tenté d'exploiter le gypse à Vanclans, Orchamps, Mont-de-Laval, et près de Morteau même ; au S. de cette ville, on trouve le gypse à la Ville-du-Pont, à la Brévine (canton de Neuchatel) ; puis viennent au S. E. et au S. O. de Pontarlier des traces ou des amas exploitables de gypse aux environs de Sainte-Croix (canton de Vaud), à la Rivière (Doubs), et Foncine (Jura). Ce dernier

point, déjà éloigné de huit lieues au S.-O. de Pontarlier, est le plus méridional de tous ceux où le gypse wealdien ait été rencontré jusqu'ici.

Dans ces diverses localités, le terrain wealdien consiste principalement en marnes d'un bleu noirâtre, souvent un peu bigarrées de teintes analogues à celles des marnes keupériennes; elles leur ressemblent encore par leur alternance avec des calcaires magnésiens cloisonnés, marneux, jaunâtres, pareils à ceux que l'on trouve au milieu des dernières couches des marnes irisées près de Salins et de Besançon. Le gypse s'y rencontre en rognons, en amas couchés, dont la puissance est très-variable et ne se maintient jamais sur une grande étendue : il est blanc, subcristallin, comme les gypses de la partie supérieure du keuper. On rencontre encore quelquefois dans ces dépôts, par exemple à la partie supérieure du gite de la Rivière, des bancs de grès plus ou moins purs. Le terrain wealdien paraît alors complétement dépourvu de fossiles, ce qui n'est pas étonnant, puisque nous avons dit que, dans le faciès ordinaire, on en trouve seulement dans les couches calcaires, surtout à la partie supérieure de la formation. C'est évidemment par suite d'une confusion que M. Thirria a indiqué des fossiles, des exogyres entre autres, dans les marnes gypseuses de la Rivière et de la Ville-du-Pont.

Le terrain wealdien gypsifère constitue à mes yeux une formation parallèle et synchronique à celle du terrain wealdien marno-calcaire à fossiles d'eau douce; il répond surtout à la partie inférieure de celui-ci. Ce qui le montre, c'est que des calcaires magnésiens cloisonnés existent à la base des marnes wealdiennes dans beaucoup de localités où ces marnes ne renferment point de gypse, mais à une certaine distance autour des points où le gypse se rencontre. Ainsi, on observe ce fait dans les environs de Morteau, Pontarlier, Ste-Croix, Couvet. Il faut se garder de confondre ces calcaires magnésiens cloisonnés avec ceux qui existent presque toujours dans l'assise supérieure du groupe portlandien; mais lorsqu'on voit nettement un calcaire magnésien *intercalé* dans les marnes, il est naturel de le regarder comme faisant partie de la formation wealdienne, comme indiquant la liaison du faciès ordinaire de ce terrain avec son faciès exceptionnel, gypseux et magnésien.

Dans les régions basses du Doubs et de la Haute-Saône, le terrain wealdien paraît manquer et le terrain néocomien reposer immédiatement sur la dolomie portlandienne. Cependant, il y a, en général, à la limite des deux terrains, une petite couche marneuse, sans fossiles, dans laquelle on trouve encore intercalés des calcaires magnésiens celluleux, jaunâtres, comme on le voit nettement par exemple à Montcley, dans la vallée de l'Ognon. On peut admettre que ces marnes sans fossiles, avec calcaires magnésiens, représentent, à l'état rudimentaire, le terrain wealdien dans son type gypseux et magnésien.

Du reste, voici par quelle hypothèse on pourrait peut-être se rendre compte de ces variations du terrain wealdien et des conditions dans lesquelles s'en est opéré le dépôt dans les diverses régions du Jura.

Il est certain que, par suite de circonstances et de réactions chimiques que l'on parviendra peut-être à déterminer, la mer jurassique, à la fin de la période portlandienne, était éminemment apte à produire des dépôts de calcaires magnésiens, qui sont en général à peu près purs, ou faiblement marneux. Supposons que la révolution qui a séparé le dépôt wealdien de celui de la dolomie portlandienne ait eu pour résultat de faire écouler la majeure partie des eaux de la mer, de transformer l'emplacement actuel du Jura méridional en un vaste marais d'eau salée. Il continuera de s'y produire encore des dépôts magnésiens, mais impurs, marneux, à cause du mélange des matières apportées par les eaux courantes venant des contrées émergées circonvoisines. Si cet apport des eaux courantes est faible, le dépôt produit sera lui-même très-mince, entièrement marneux et magnésien : c'est ce qui aurait eu lieu dans la Haute-Saône et quelques parties du Doubs ; ce serait la raison pour laquelle la formation y est tout à fait rudimentaire et même difficile à distinguer de la dolomie portlandienne, dont elle n'est pour ainsi dire qu'une continuation. Si, au contraire, des eaux douces chargées de sédiment affluent en grande abondance, elles donneront lieu à un dépôt marno-calcaire bien plus puissant, et des coquilles d'eau douce pourront vivre ou être entraînées dans les parties du bassin où se déchargent les affluents ; c'est ce qui aurait eu lieu dans les régions E. et S. du bassin wealdien, limité sans doute de ces côtés par une vaste étendue de terres, l'emplacement actuel des Alpes par exem-

ple, où il ne paraît pas probable que le dépôt wealdien se soit formé. Quant aux gypses et aux calcaires magnésiens qui les accompagnent, ils seraient le résultat de la réaction du calcaire apporté en abondance par les affluents de l'E. et du S. sur les sels de magnésie et les sulfates dissous dans les eaux salées peu profondes du N. O.; on concevrait ainsi la disposition de ces amas de gypse, placés tous vers la limite au delà de laquelle le dépôt wealdien devient subitement rudimentaire ou même indiscernable.

L'existence constante du terrain wealdien, l'uniformité de ses caractères depuis le Jura bernois jusqu'à Belley, sont des faits qui ne peuvent guère s'accorder avec l'hypothèse d'après laquelle les chaînes du Jura auraient acquis un premier relief à la fin de la période jurassique. Une couche à la fois aussi mince et aussi constante, formée principalement par l'apport des affluents dans un bassin intérieur, ne peut s'être étendue et déposée uniformément que sur un fond sensiblement uni. Ainsi la révolution qui a séparé la période jurassique de la période crétacée n'aurait eu pour résultat, dans le Jura méridional, qu'un exhaussement général du fond de la mer. Il en serait résulté la formation d'un bassin intérieur limité au nord par le Jura septentrional dont le rivage s'étendait de Gray vers Baume-les-Dames et Bienne; à l'est et au sud par une terre occupant la place actuelle des Alpes; à l'ouest probablement par d'autres contrées émergées, formant des plages basses et marécageuses, la Haute-Saône, les parties occidentales du Jura et de l'Ain. La profondeur de ce bassin, probablement très-faible, n'était sans doute pas la même partout; peut-être éprouvait-elle un changement brusque entre les régions orientales du Doubs (Montcley, Mouthier), et les régions occidentales (Morteau, Pontarlier) où l'on trouve de suite le terrain wealdien bien développé et assez puissant. Mais je le répète, il me semble impossible d'admettre l'existence d'aucune chaîne de montagnes, même d'aucun système de collines submergées ayant un relief sensible dans toute l'étendue du bassin où la formation wealdienne s'est déposée.

TERRAIN NÉOCOMIEN.

L'étude comparative du terrain néocomien dans toutes les

parties du Jura conduit à y établir d'une manière générale trois étages distincts :

Etage inférieur, presque entièrement calcaire, ne contenant que très-peu de fossiles déterminables; il comprend tout l'ensemble des assises néocomiennes inférieures aux premières marnes (ou calcaire marneux) à *Toxaster complanatus*, *Ostrea Couloni*, etc. Il manque ou est tout à fait rudimentaire dans la Haute-Saône et les parties basses du Doubs ; il se développe rapidement, en même temps que le faciès ordinaire du terrain wealdien qui lui sert de base, et son développement va toujours en augmentant de l'O. à l'E. et du N. au S., jusqu'à Bellegarde et Belley.

Etage moyen, principalement marneux ou marno-calcaire à sa base, calcaire à sa partie supérieure ; il se compose des assises caractérisées par l'ensemble bien connu des fossiles de Neuchatel, c'est-à-dire correspondant aux marnes bleues, aux calcaires à grains verts et aux calcaires jaunes supérieurs du ravin de l'Ecluse (1).

Etage supérieur, purement calcaire ; c'est l'étage caractérisé par les *Caprotina ammonia, Radiolites neocomiensis*, etc., la première zone de rudistes de M. d'Orbigny. Cet étage, comme on le sait par les recherches de M. Favre et des géologues neuchatelois n'existe pas à Neuchatel (2) ; dans le Jura suisse et aussi dans le Jura français, il commence à peu près à la latitude de Pontarlier et se développe progressivement à mesure qu'il s'étend vers le S. et le S.-E. On sait quelle puissance il atteint dans les Alpes de la Savoie.

Etage néocomien inférieur.

A part les régions basses du Doubs et de la Haute-Saône, dans lesquelles il est rudimentaire ou manque tout à fait, cet étage est toujours bien développé et ses caractères sont d'une grande constance. Il se divise naturellement en deux groupes :

1° Groupe des calcaires infra-néocomiens, suboolithiques ou compactes, en bancs épais; 2° groupe des calcaires roux, en couches minces.

Calcaires infra-néocomiens. — C'est à partir des environs de Morteau (Doubs) que cette assise commence à présenter un

(1) Sous le château de Neuchâtel.
(2) Alph. Favre, Mém. cité, p. 45.

certain développement et des caractères bien constants. On peut l'étudier, par exemple, à Morteau même, à la Ville-du Pont, au Villers, au Pissoux, etc., où elle a toujours pour base le terrain wealdien. Elle a, sur ces divers points, une puissance de 10 à 15 mètres. De là son développement va en augmentant dans les directions de Bienne, Neuchatel et Pontarlier, où on peut l'évaluer à 25 ou 30 mètres ; il reste à peu près le même dans le val de Nozeroy, augmente encore dans les directions de St-Laurent et des Rousses, et devient de plus en plus considérable à mesure que l'on approche de l'extrémité méridionale du Jura; dans les environs de Belley, il atteint environ 50 mètres.

Les couches sont toujours épaisses, d'au moins 5 ou 6 décimètres, souvent de 1 ou 2 mètres et plus. Cette stratification massive suffit pour distinguer, au premier coup-d'œil, les calcaires infra-néocomiens d'avec les couches supérieures du portlandien, toujours minces et très-nettes, presque schistoïdes. Par leur structure, ces deux groupes de calcaires se distinguent également bien l'un de l'autre : les calcaires des assises portlandiennes supérieures sont toujours purement compactes ou subcristallines, nullement oolithiques ; les calcaires infra-néocomiens au contraire sont toujours, en majeure partie du moins, suboolithiques, c'est-à-dire présentant des oolithes plus ou moins abondantes fondues ou disséminées dans une pâte compacte. Leur structure ressemble à celle des assises moyennes du groupe oolithique de Besançon ou de Porrentruy, sauf que les oolithes y sont généralement moins régulières, plus inégales et un peu plus grosses. Quant à la proportion relative des oolithes et de la pâte qui les relie, elle varie considérablement dans les différentes couches. En général les couches inférieures sont très-visiblement oolithiques, un peu marneuses, avec des teintes foncées jaunâtres ou d'un bleu noirâtre, distribuées souvent par grandes taches, comme dans les calcaires de la grande oolithe à Besançon ; en s'élevant dans la série, on voit les oolithes devenir de moins en moins abondantes, puis elle ne sont plus que disséminées en petit nombre, souvent par petits nids, au milieu d'une pâte homogène. On arrive ainsi à des bancs compactes, de teintes claires, ou même tout à fait blancs, mais toujours d'une structure un peu inégale, que l'on pourrait comparer au *forest-marble*, de même que les précé-

dentes à la grande oolithe. Cette compacité de la partie moyenne des calcaires infra-néocomiens est un fait général depuis les environs de Morteau et de Bienne jusqu'à Nantua et Belley. Au contraire, à la partie supérieure de l'assise, la structure oolithique redevient plus apparente et la teinte jaunâtre d'autant plus foncée que les oolithes sont plus distinctes.

Les calcaires infra-néocomiens, de même que tous ceux auxquels ils ressemblent par leur structure, sont assez pauvres en fossiles et surtout on n'y trouve que très-peu d'individus déterminables. Voici les seuls que je puisse citer :

Pholadomya elongata Münst. ; dans les couches oolithiques jaunâtres de la partie supérieure : Neuchatel, Travers, Pontarlier, Foncine (J. Pidancet), Charix, la chaîne du Colombier au-dessus de Cras. — C'est le fossile le plus constant et le plus généralement répandu : mais on sait qu'il existe aussi dans les marnes à *Spatangus retusus*, à Neuchatel et dans le département de l'Ain.

Pterocera pelagi d'Orb.; dans les mêmes couches que le précédent, et, avec lui, sur la route des Ponts à Travers.

Idem? Dans des couches plus compactes de la partie moyenne, à Saint-Imier, et dans des couches oolithiques inférieures, tout près du terrain wealdien, à Charix.

Strombus Sautieri Coquand. De très-grande taille : Saint-Imier et le fort des Rousses (Sautier).

Nérinées, dans les couches compactes moyennes ; Neuchatel.

Fossiles contournés, *Caprotina* ou *Diceras ?* dans les couches compactes moyennes : Twann près Bienne; le fort des Rousses; Maillat près Nantua ; le Colombier, au-dessus de Chanay ; Charencin , dans le Val-Romey.

Huîtres à test fortement plissé, et autres genres de bivalves indéterminables.

Terebratula biplicata acuta de Buch : elle se trouve souvent en abondance dans des couches marneuses et se désagrégeant plus facilement que les calcaires avec lesquelles elles alternent, mais placées du reste à diverses hauteurs ; ainsi à Charix, tout à fait à la base; à Yenne (Savoie), vers le tiers inférieur; à Foncine (Jura), dans la partie supérieure (J. Pidancet); près de Travers, dans la partie moyenne.

Terebratula tamarindus Sow.; avec la précédente ou dans des circonstances analogues à Yenne et autres localités à l'E. de Belley.

Pygurus nov. sp , et débris d'autres échinodermes, au fort des Rousses (Sautier).

Les calcaires infra-néocomiens forment une assise puissante qui a été généralement confondue avec la partie supérieure du terrain jurassique. Les géologues neuchatelois paraissent être tombés dans cette erreur, du moins pour les parties moyennes et inférieures de l'assise ; la présence de Nérinées, de fossiles contournés analogues aux Dicérates, dans les couches compactes de la partie moyenne, a fait parfois confondre ces couches avec l'étage corallien ; et c'est probablement par suite de quelque erreur de ce genre que M. Thirria a dit que le terrain néocomien reposait quelquefois sur l'étage jurassique moyen (1). Quant à M. Itier, préoccupé d'une prétendue discordance entre le terrain jurassique et le terrain néocomien, et pensant que ce dernier ne pouvait se trouver que dans le fond des vallées, il a très-bien reconnu les calcaires infra-néocomiens sur les points où il les a vus horizontaux, au milieu du Val-Romey par exemple (2); mais il les a considérés comme jurassiques là où ils sont fortement redressés sur les flancs des montagnes, comme au-dessus de Charancin et de Ruffieu dans la même vallée.

C'est cependant presque toujours dans ces dernières conditions que l'on peut observer les calcaires infra-néocomiens. Ils forment des crêts très-marqués et très-continus, qui se redressent à de grandes hauteurs sur les flancs des chaînes jurassiques, et ne présentent jamais avec les terrains wealdien et portlandien aucune discordance positive. Tel est le crêt infra-néocomien qui se prolonge de Bienne à Neuchatel et au delà, en s'élevant sur le flanc de la chaîne à une hauteur bien plus grande que les marnes à spatangues et les calcaires jaunes de l'étage néocomien moyen ; c'est sur ce crêt que s'élèvent, par de longs contours, les routes qui partent de Neuchâtel, de la

(1) Mém. cité, *Ann. des Mines*, 3e série, t. X.

(2) Itier, Mém. cité; profil de la formation néocomienne du Val-Romey, 8o.

Neuveville et de Twann pour arriver dans le Jura bernois (1). Les points où l'on peut étudier ces calcaires sont fort nombreux et c'est même de tout le terrain néocomien l'assise la plus facile à suivre dans toute l'étendue du Jura. Il est inutile de donner aucune indication spéciale de localités.

Ils n'ont été reconnus ni au Salève par M. Alph. Favre, ni au Mont-du-Chat par M. Chamousset. Je crois pouvoir affirmer qu'ils existent dans cette dernière localité, quoique je n'aie pas pu y reconnaître la limite que le terrain wealdien doit former entre eux et le terrain jurassique. Il est au moins probable que la série doit être ici la même que dans les environs de Belley. Quant au Salève, je n'y ai rien vu qui pût représenter le terrain wealdien et les calcaires infra-néocomiens : ce n'est pas, du reste, la seule différence qui existe entre cet avant-poste des Alpes et le Jura : car, au Salève, la série jurassique ne paraît pas être tout à fait complète et surtout la dolomie portlandienne ne s'y remarque point. Ainsi, malgré la faible distance des Alpes au Jura, du côté de Genève, il semblerait que des assises, parfaitement constantes et bien développées dans cette dernière chaîne, ne se retrouvent plus dès que l'on franchit la plaine helvétique.

Calcaires roux. Je désigne sous ce nom, avec M Favre (2), une assise formée de couches minces, généralement cristallines, sublamellaires, souvent lumachelliques, d'autres fois finement oolithiques. Leur teinte est grisâtre, jaunâtre, ou d'un roux plus ou moins foncé, devenant toujours rousse à l'extérieur par l'exposition à l'air. Ces calcaires sont en général ferrugineux et d'une teinte ocreuse plus ou moins foncée dans la Franche-Comté et dans les cantons de Neuchatel et de Vaud ; ils sont plus pâles, souvent grisâtres et de caractères bien plus variables dans le département de l'Ain et dans la Savoie.

Les calcaires roux se distinguent des calcaires infra-néocomiens par leur stratification en couches minces, n'ayant ordinairement que 1 ou 2 décim. d'épaisseur. Si les uns peuvent être

(1) Les calcaires infra-néocomiens étant susceptibles d'un beau poli, c'est surtout sur eux que l'on peut observer de magnifiques surfaces polies et striées sur ce versant E. du Jura. On en voit des exemples non-seulement au-dessus de la Neuveville et de Neuchâtel, mais aussi plus au S., à Saint-Cergues, auprès de Belley, etc.

(2) Mém. cité, p. 28.

assimilés pour leur structure aux groupes de la grande oolithe et du *forest-marble*, les autres sont comparables pour leurs caractères et pour leur faciès, au groupe de la dalle nacrée des environs de Besançon et du Jura bernois.

Dans un grand nombre de localités, les calcaires roux sont séparés des calcaires infra-néocomiens par une petite assise de marne, qui manque cependant dans certaines régions, par exemple à Neuchatel, au Salève et dans la Savoie. Analogues à celles qui se rencontrent à la base de la dalle nacrée dans les environs d'Ornans (Tarcenay, Malans, etc., département du Doubs); ces marnes sont d'un bleu noirâtre, grumeleuses, non plastiques, pauvres en fossiles, ou plutôt n'en renfermant que dans certaines localités et vers leur partie supérieure surtout. On y trouve toujours beaucoup de ces corps cylindriques, souvent rameux, simulant des tiges de végétaux, comme on en voit dans presque toutes les couches marneuses de structure analogue. Quant aux fossiles, quand on en rencontre, ils se réduisent à de petits polypiers spongiaires ou rameux, tels que *Scyphia ceriopora*, etc., avec des débris d'échinodermes ou de mollusques indéterminables : cette prédominance de petits polypiers est une nouvelle analogie entre ces marnes et celles de la dalle nacrée.

C'est cette couche de marnes que M. Marcou a désignée dans le Val-de-Nozeroy sous le nom de *marnes bleues sans fossiles*, et qu'il a prise pour la base du terrrain néocomien, la confondant avec les marnes wealdiennes qu'il n'avait vues que sur un très-petit nombre de points. M. Pidancet les a étudiées depuis dans cette même vallée et sur plusieurs autres points du département du Jura, où elles paraissent à peu près constantes, avec un développement de 2 ou 3 mètres environ. Dans le département de l'Ain, elles ont été signalées par M. Itier comme la couche inférieure du terrain néocomien, dans la coupe de la Dorche, près Seyssel. Je les ai également vues dans le lit de la Valserine, près de Châtillon, et dans le Val-Romey, à Charencin, où les petits polypiers y sont très-abondants. La puissance de ces marnes paraît atteindre son maximum à la Dorche et y serait, d'après M. Itier, de 16 mètres; cette mesure est exagérée, et en général l'épaisseur est beaucoup plus faible.

C'est dans le groupe des calcaires roux, et en général vers

sa source, que se trouvent, dans le canton de Neuchatel et dans la Franche-Comté, des couches pétries de grains oolithiques de limonite. Tels sont les minerais de fer de Couvet, les Verrières, les Fourgs, les Hôpitaux, Oye, les Longevilles, les Boucherans, etc., dont on peut voir la description dans le Mémoire de M. Thirria, *(Ann. des mines,* 3e série, t. X.) Ces couches ferrugineuses ne paraissent pas s'étendre vers le midi au delà de la vallée de Nozeroy, où elles ont été décrites par M. Marcou ; dans l'arrondissement de Saint-Claude et dans le département de l'Ain, elles sont tout au plus représentées quelquefois par des couches d'une teinte rousse foncée, mais sans grains de minerai discernables. Il en est de même, du reste, dans beaucoup de localités du Doubs et du canton de Neuchatel, comme à Morteau, au Pissoux, à Neuchatel, etc. On sait que dans les vallées de Nozeroy et de Mouthe, aux Boucherans par exemple, l'oolithe ferrugineuse néocomienne renferme beaucoup de fossiles bien conservés et appartenant à une faune toute spéciale.

Dans les régions méridionales du Jura, les calcaires roux sont toujours bien moins ferrugineux, et jamais l'oxyde de fer n'y est en grains discernables (1). La teinte jaune ou rousse se change alors souvent en une teinte grise ou bleuâtre à l'inté-

(1) Relativement à la présence d'un minerai de fer en grains dans l'étage néocomien inférieur, je dois rappeler que MM. Thurmann et Gressly ont établi un rapprochement entre ce fait et le dépôt du *bœnherz* ou minerai de fer pisolithique du Jura bernois et soleurois : ils ont supposé que le minerai néocomien pourrait être contemporain de la formation du *bœnherz,* due selon toute apparence à des sources ferrugineuses jaillissant à travers les terrains jurassiques fracturés, à la suite de leurs soulèvements dans le Jura septentrional. Cette hypothèse a été reproduite depuis par M. Marcou. Pour moi, je suis loin d'être porté à l'admettre : quoiqu'il soit difficile de fixer l'âge du *bœnherz* dans le Jura bernois, il est probable que cette formation est plus récente que le terrain néocomien ; car il y a du *bœnherz* dans les fractures du terrain néocomien de Bienne, comme M. Gressly l'a indiqué ; il y a, dans le Val-de-Saint-Point (Doubs), un minerai de fer semblable que j'ai reconnu être évidemment postérieur à la *craie chloritée* dont il remplit les crevasses. Avec M. Alph. Favre (mémoire cité, chap. 4.), je regarde ces dépôts comme appartenant à la même formation que les sables purs ou ferrugineux, les argiles plastiques bigarrées, accompagnées de calcaires d'eau douce, que l'on rencontre dans les Alpes de la Savoie et du Dauphiné, et qui répondent à un terme inconnu de la série tertiaire inférieure à la mollasse. Je tiens de M. Nicollet qu'il a trouvé, dans le *bœnherz* des environs de la Chaux-de-Fonds, des ossements de mammifères. D'ailleurs, il est évident que des minerais de fer analogues ont été produits à des époques plus récentes encore : si ceux du Jura suisse sont évidemment antérieurs à la mollasse qui les recouvre, il est d'autre part très-probable que les minerais de la Haute-Saône appartiennent, en grande partie du moins, au terrain de la Bresse.

rieur. En même temps, ces calcaires ont des caractères bien plus variables dans leurs diverses couches ; les unes sont finement cristallines, ressemblant dans leur cassure à un grès ; d'autres tout à fait oolithiques, généralement d'un jaune pâle ; d'autres lumachelliques, ayant souvent un faciès corallien, avec de petits polypiers rameux, comme ceux des marnes bleuâtres qui sont à leur base. On trouve encore souvent certaines couches siliceuses et renfermant des nodules de silex qui se fondent insensiblement avec la roche environnante. Tous ces différents types se rencontrent dans les régions où les calcaires roux atteignent leur développement maximum, c'est-à-dire dans les environs de Châtillon, Seyssel et le Mont-du-Chat. Autour de Belley et dans le Val-Romey, ils sont bien moins puissants et ont un faciès corallien très-prononcé.

Etage néocomien moyen.

L'étage néocomien moyen est le premier terme de la série crétacée qui soit universellement développé dans toutes les parties du Jura. Ainsi, dans la Haute-Saône et la partie basse du Doubs, où la formation wealdienne et l'étage néocomien inférieur sont tout au plus représentés par quelques couches rudimentaires, l'étage néocomien moyen est au contraire bien caractérisé, riche en fossiles ; il se distingue seulement de celui de Neuchatel et du Haut-Jura par un faciès éminemment littoral et une puissance beaucoup plus faible.

Pour déterminer les variations que présente cet étage dans les diverses parties du Jura, je vais l'examiner successivement sur quelques points que l'on peut prendre pour types de ses divers faciès.

1° *Haute-Saône et partie basse du Doubs.* — Le terrain néocomien est peu développé dans ces régions et surtout il n'a été respecté par la dénudation que sur un très-petit nombre de points ; aussi est-il très-difficile de bien l'étudier. Je prendrai pour type la coupe de Montcley (vallée de l'Ognon), dont la *fig.* 4 représente la disposition stratigraphique.

En approchant de Montcley par le chemin de Geneuille, on coupe d'abord les couches de l'étage portlandien, plongeant légèrement vers le N.-N.-O.; elles ont pour base les marnes à *Exogyra virgula* et se terminent par les calcaires minces com-

pactes, à cassure unie, légèrement magnésiens, qui forment ici l'assise de la *dolomie portlandienne.* Les terrains crétacés commencent immédiatement au-dessus par une petite assise de marnes sans fossiles, devenant jaunâtres par leur exposition à l'air, et contenant de petites couches marno-calcaires et des calcaires magnésiens cloisonnés. Cette assise, qui n'a pas un mètre d'épaisseur, me semble représenter, comme je l'ai déjà dit plus haut, le terrain wealdien à l'état rudimentaire. Puis vient une assise plus épaisse, de 5 à 6 mètres, *m,* de marnes d'un gris bleuâtre, se distinguant assez nettement des précédentes, et contenant assez abondamment les fossiles caractéristiques des marnes bleues de Neuchatel : ce sont surtout des *Ostrea Couloni* de très-grande taille, *Toxaster complanatus*, *Terebratula biplicata acuta*, *Serpula quinquecostata* Rœm., *Corbis cordiformis* d'Orb., etc., dont l'ensemble indique un faciès littoral vaseux. Ces marnes passent à des calcaires *n*, formés d'un mélange d'oolithes grossières, irrégulières, et de parties spathiques qui sont des débris de fossiles ; ces couches sont d'une teinte jaunâtre pâle, légèrement chloritées. La plupart des fossiles des marnes continuent à s'y montrer en abondance, sauf le *Toxaster complanatus* et les bivalves à test mince, propres au faciès vaseux, tels que les *Corbis;* les térébratules y sont abondantes, surtout le *T. depressa* Sow.; la *Serpula quinquecostata* continue à s'y trouver à profusion, et il est accompagné d'un grand nombre de *Serpules sociales*, de petits *polypiers spongiaires et rameux ;* en un mot, on peut caractériser le faciès de ces calcaires par l'épithète de faciès *littoral semi-corallien.* Ils se terminent par une couche oolithique, à grains irréguliers, contenant encore des débris roulés d'*Ostrea Couloni* et autres bivalves.

Immédiatement au-dessus, vient le gault, formé de sables verts et d'argile bleue, et nettement caractérisé par ses fossiles habituels; puis la craie chloritée, *Cr. chl.,* que j'ai déjà mentionnée dans cette localité dans une notice spéciale, communiquée à la Société géologique lors de la réunion d'Epernay. La *fig.* 4 montre les bouleversements compliqués qu'ont éprouvés ces différents terrains jusqu'au milieu du village de Montcley, dont l'église est bâtie sur une éminence de craie fortement tourmentée. Ces accidents sont subordonnés à une faille dirigée de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., et dont l'autre bord, formé par l'ooli-

the corallienne *(Ool. corall.)*, et le calcaire à Nérinées, supporte le château de Montcley.

Cette coupe peut servir de type pour le terrain néocomien de l'arrondissement de Gray (Bucey-lez-Gy, Choye, Virey, Vénère, etc.) et de la vallée de l'Ognon (Montcley, Auxon, Devecey); on voit qu'à part la petite couche qui paraît représenter le terrain wealdien, il n'y a que l'étage néocomien moyen qui soit développé, et même il l'est bien moins qu'à Neuchatel. Il se réduit toujours : 1° à une couche marneuse, ayant un faciès de dépôt vaseux, littoral, tranquillement effectué ; les fossiles dominants y sont : *Ostrea Couloni*, de grande taille, toujours très-nombreuse ; *Terebratula biplicata acuta; Serpula quinquecostata*, également abondants ; *Toxaster complanatus*, assez abondant, mais seulement à la partie inférieure ; *Corbis cordiformis*, peu nombreux ; *Panopœa neocomiensis*, également; point *d'Ammonites ;* mais quelques *Nautiles* mal conservés ; — 2° à une assise de calcaires d'un blanc jaunâtre ou d'un jaune pâle, légèrement chlorités, ayant un faciès de charriage, accusé par une structure à la fois oolithique et lumachellique, et une faune à demi corallienne : l'*Ostrea Couloni*, ou plutôt des débris de cette coquille continuent à s'y montrer abondamment; la *Terebratula biplicata acuta* est remplacée en grande partie par la *T. depressa ;* le *Toxaster complanatus* est remplacé par le *Nucleolites Olfersii* et la *Pyrina pigœa* Desor ; et c'est sur les couches oolithiques, encore chloritées et lumachelliques, par lesquelles se termine cette assise, que commence immédiatement le gault, recouvert lui-même par la craie chloritée.

Le terrain néocomien de Mouthier, Nods, Aubonne et Arc-sous-Cicon, entre Besançon et Pontarlier, ne présente avec celui de la vallée de l'Ognon que d'assez faibles différences. Ici encore le terrain wealdien paraît être représenté par une petite couche calcaire très-mince ; les marnes bleues ont un faciès vaseux, et les fossiles délicats qu'elles contiennent en abondance, à Nods surtout, indiquent un dépôt très-tranquille; enfin les calcaires sont encore lumachelliques, oolithiques, chlorités, mais d'une teinte jaunâtre en général bien plus foncée que dans la vallée de l'Ognon ; ils ont un faciès de charriage et contiennent abondamment des débris d'échinodermes, *Nu-*

cleolites entre autres, des térébratules (*T. depressa* et *T. biplicata acuta*), des serpules, etc. J'y ai trouvé aussi, près de Mouthier, un gros *Strombus?* analogue à ceux des calcaires néocomiens inférieurs cités plus haut.

2°. *Partie haute du Doubs et canton de Neuchatel.*— Quand on passe des localités que nous venons de citer à des régions un peu plus orientales, d'Arc-sous-Cicon par exemple à la Ville-du-Pont, il se manifeste une brusque différence dans le développement du terrain néocomien, différence qui répond au brusque développement du terrain wealdien avec son faciès gypseux. L'étage néocomien inférieur apparaît et augmente rapidement de puissance ; les marnes bleues, formant la base de l'étage moyen, revêtent bientôt les caractères qu'on leur connaît à Neuchatel. La tendance au faciès subpélagique se manifeste par une moindre prédominance de l'*Ostrea Couloni,* une moindre fréquence du *Serpula quinquecostata ;* par une plus grande abondance de *Toxaster complanatus* et quelques autres espèces voisines ; enfin, par l'apparition de nouveaux fossiles, tels que les *Ammonites,* la *Pholadomya elongata,* etc., qui deviennent assez abondants à Neuchatel. Les calcaires chlorités, grenus, lumachelliques, pétris de débris atténués de coquilles et d'échinodermes, se lient avec les marnes par des passages et des alternances, qui se font sur 2 ou 3 mètres d'épaisseur à Neuchatel (ravin de l'Ecluse) et à Hauterive : la *Terebratula depressa* Sow. est le fossile qui domine de beaucoup dans ces assises de passage, où j'ai trouvé encore, à Hauterive, une térébratule ressemblant à la *T. digona* de la dalle nacrée, des piquants de *Cidaris clunifera* Ag. et des dents de poissons. On commence aussi à rencontrer, avec les calcaires chlorités, vers leur partie supérieure, des couches siliceuses, tantôt contenant des rognons de silex d'un blanc mat, qui se détachent nettement, comme à Neuchatel ; tantôt pénétrées de silice qui se concentre principalement en zones parallèles à la stratification (environs de Morteau). Puis, au-dessus des calcaires chlorités, se développe de plus en plus une puissante assise de calcaires jaunes, ayant pour type la pierre à bâtir bien connue de Neuchatel et de Pontarlier, et qui vient compléter, par un nouveau terme, la série des assises de l'étage néocomien moyen. Cet étage se présente alors tel qu'on le connaît à Neuchatel, composé de trois parties, intimement liées

par des passages de l'une à l'autre, les *marnes bleues*, les *calcaires chlorités* et les *calcaires jaunes*.

3° *Département du Jura et Jura vaudois*. — Les caractères de l'étage néocomien moyen se conservent encore dans ces contrées à peu près tels qu'ils sont à Neuchatel et à Pontarlier. Seulement, les marnes bleues deviennent de plus en plus calcaires ; elles se transforment, soit à leur partie supérieure, soit à leur base, en couches grenues, à demi oolithiques, souvent jaunâtres; elles présentent alors soit un faciès corallien, caractérisé par une grande abondance de petits polypiers et d'échinodermes, comme celui que M. Marcou a fait connaître près de Censeau, dans le Val-de-Nozeroy (1) ; soit un faciès de charriage, comme celui qu'il a signalé dans la même vallée du côté de Sirod et de Siam. Il faut remarquer, toutefois, que ces faciès particuliers sont propres à certaines couches des marnes néocomiennes et ne s'étendent pas à toute leur épaisseur : ce sont des modifications fréquentes dans tous les dépôts marneux formés dans des mers peu profondes, comme M. Gressly l'a si bien montré pour les diverses assises marneuses du terrain jurassique ; et ces enchevêtrements de faciès divers caractérisent précisément les régions subpélagiques, celles où les dépôts essentiellement marins, oolithiques ou lumachelliques, doivent se produire concurremment avec les dépôts marneux, dont les éléments sont fournis par l'apport des affluents. M. Marcou a voulu expliquer la production de ces divers faciès dans le Val-de-Nozeroy en supposant le terrain néocomien déposé dans un golfe qui aurait la forme actuelle de la vallée ; après ce que nous avons vu jusqu'ici et ce que nous ajouterons plus bas, il n'est pas nécessaire que je m'arrête à combattre cette opinion.

4° *Département de l'Ain, Salève, Mont-du-Chat*. — Des changements très-importants se manifestent dans l'étage néocomien moyen, lorsque l'on passe dans ces contrées méridionales du Jura. On peut les résumer par un seul énoncé : l'étage néocomien moyen devient en général de plus en plus calcaire : les marnes bleues et les calcaires chlorités se lient et se fondent en un même groupe par une puissante série de couches, les unes marno-calcaires, grises, pétries de petits grains verts et

(1) *Recherches sur le Jura salinois*, Mém. de la Soc. géol., 2e série, t. III.

contenant les fossiles des marnes bleues ; les autres calcaires, lumachelliques ou oolithiques, ayant souvent un faciès corallien. Ces deux sortes de couches sont analogues aux couches de passage dont nous avons parlé à Neuchatel et à Hauterive ; seulement, au lieu d'avoir, comme dans ces localités, une épaisseur totale de 2 à 3 mètres, elles embrassent une hauteur d'au moins 30 ou 40 mètres, et les marnes bleues proprement dites se confondent en définitive complétement avec ces couches marno-calcaires ; elles deviennent chloritées comme elles ; elles conservent seulement leur teinte d'un bleu noirâtre, au moins dans leurs parties inférieures.

Ainsi, au Salève, les marnes bleues de Neuchatel sont représentées par le calcaire marneux bleuâtre à *Ostrea Couloni* et *Toxaster complanatus*, division *b* de M. Favre (1) ; sa division *c* et sa division *d* sont de ces assises de passage entre les marnes bleues et les calcaires chlorités, compris avec les calcaires jaunes dans sa division *e*. L'assise *c* est calcaire, siliceuse, avec un faciès corallien caractérisé par une grande abondance de petits spongiaires, des serpules, des peignes et l'*Ostrea macroptera* Sow., si abondante dans le faciès corallien de Censeau et dans toutes les localités où les marnes néocomiennes tendent à prendre le même type. L'assise *d*, au contraire, est marno-calcaire, abondante en *Toxaster complanatus ;* c'est, pour ainsi dire, une répétition de l'assise *b*, mais grisâtre et pénétrée d'une grande quantité de grains verts.

A la Dorche, près Seyssel, l'étage néocomien moyen commence par une assise de marnes d'un bleu noirâtre, grenues, un peu schistoïdes, contenant beaucoup de *Toxaster complanatus* et des *Ammonites ;* elles répondent évidemment aux marnes bleues de Neuchatel. Puis vient une assise plus épaisse encore de calcaires marneux grisâtres, variés de teintes jaunâtres et bleuâtres, et pénétrés d'une grande abondance de grains verts ; le *Toxaster complanatus* continue à s'y trouver en grand nombre ; c'est l'assise de passage entre les marnes bleues et le calcaire chlorité, l'assise *d* de M. Favre au Salève. En effet, elle est surmontée par des calcaires chlorités, d'abord un peu marneux, puis de plus en plus solides et purs, et passant par degrés au calcaire jaune : à leur partie supérieure, on

(1) Considérations géologiques sur le Mont-Salève, p. 29.

voit, comme à Neuchatel, des couches grises, dures, remplies de silex. Puis vient une série de couches oolithiques, jaunes ou jaunâtres, qui représentent parfaitement la pierre à bâtir de Neuchatel, sauf que les oolithes y sont moins apparentes, fondues dans un ciment calcaire plus abondant. Enfin, à leur partie supérieure, ces calcaires jaunes, devenus de plus èn plus compactes, passent au calcaire de la première zone de rudistes sur lequel est bâti le village de Chanay.

Dans le val Romey, à Belley, à Yenne, la série est encore à peu près la même : mais il y a encore confusion plus complète entre les marnes bleues noirâtres, à *Toxaster complanatus* et tous les calcaires marneux chlorités contenant les mêmes fossiles; de plus, la série de ces couches est toujours coupée, vers son milieu par une assise de calcaires chlorités, résistants, souvent siliceux, ou bien offrant un faciès corallien, comme l'assise *c* de M. Favre, qui est leur analogue au Salève.

On voit, en résumé, qu'entre les marnes bleues à *Toxaster complanatus* et les calcaires chlorités qui les surmontent, il existe une liaison intime, se manifestant d'une manière de plus en plus prononcée, à mesure que l'on approche de l'extrémité méridionale du Jura, par des alternances, des assises de passage, et même un enchevêtrement complet : ce sont deux faciès différents d'un même groupe, deux formations synchroniques, dues à des actions sédimentaires différentes, mais qui, agissant simultanément, ont entrecroisé leurs produits. Quant au calcaire jaune de Neuchatel, il représente une formation marine qui s'étend uniformément au-dessus, en prenant seulement une structure plus compacte, un faciès moins prononcé comme faciès de charriage, à mesure que l'on s'éloigne des régions littorales du nord pour arriver dans les régions subpélagiques du midi du Jura.

Aussi, sans prétendre établir dans l'étage néocomien moyen une division parfaitement tranchée, le mieux est, je crois, de le partager en deux groupes : 1° groupe des marnes et calcaires marneux à *Toxaster complanatus*, et des calcaires chlorités ; 2° groupe des calcaires jaunes de Neuchatel. Le premier seul serait développé dans la Haute-Saône et les parties basses du Doubs, où le gault repose immédiatement sur lui ; le second se développerait à partir d'une limite comprise entre Nods et

Mouthier d'une part, Morteau et Pontarlier d'autre part, c'est-à-dire à partir des mêmes points que l'étage néocomien inférieur, que le terrain wealdien lui-même. Tout semble concourir à montrer que, comme nous l'avons déjà supposé, il y avait, dans cette partie du bassin, une brusque variation de profondeur, datant de la fin de la période jurassique, mais qui est restée très-sensible jusqu'à la fin du dépôt de l'étage néocomien moyen *(voir la fig. 1)*.

Etage néocomien supérieur.

Cet étage, entièrement calcaire, se lie intimement avec la partie supérieure du précédent, et il serait impossible de tracer entre eux une limite sans le secours de la paléontologie. L'étage néocomien supérieur se distingue du groupe des calcaires jaunes par l'apparition des rudistes : le *Radiolites neocomiensis* d'Orb., le *Caprotina ammonia* et le *C. Lonsdalii* id. sont, comme on le sait, les fossiles caractéristiques de ce groupe dans l'Ain et la Savoie. Ces fossiles sont beaucoup plus rares dans les départements du Jura et du Doubs, ainsi que dans le Jura vaudois. Cependant, il existe au musée de Neuchatel des *Caprotina* venant de cette dernière contrée ; M. Marcou ne les a point rencontrés dans le Val-de-Nozeroy, mais ils y ont été trouvés depuis par M. Pidancet, ainsi que dans le Grandvaux ; enfin, j'en ai recueilli aussi des exemplaires à Métabief, près de Pontarlier.

On sait d'ailleurs que l'étage néocomien supérieur se distingue du précédent par sa distribution ; comme nous l'avons dit, il ne s'étend pas vers le nord au delà de la latitude de Pontarlier ; je ne donne cette indication que d'une manière vague, parce que de nouvelles recherches sont évidemment nécessaires pour tracer plus nettement les limites de sa distribution. Dans le Jura suisse, la limite, suivant M. Favre, serait à La Rasse, près de Concise (canton de Vaud) (1) ; mais il me semble très-probable qu'elle devra être avancée encore de trois ou quatre lieues vers le nord.

Du reste il n'entre pas dans le plan de ce Mémoire d'insister davantage sur les caractères de l'étage néocomien supérieur. Je ferai seulement remarquer, en terminant, que la dénomination de *première zone de rudistes* appliquée à cet étage est

(1) Alph. Favre, Mémoire cité, p. 45.

peut-être une dénomination inexacte : il me paraît probable que, parmi les fossiles encore indéterminés des calcaires infranéocomiens, il s'en trouve plusieurs espèces appartenant à la famille des rudistes.

Calcaire à Pteroceras pelagi ; — *Gault ; Craie chloritée.*

Les calcaires blancs dans lesquels le Rhône s'engouffre près de Bellegarde appartiennent, comme l'a démontré M. Itier, à la partie supérieure du terrain néocomien. M. Al. Brongniart a fait connaître depuis longtemps la coupe des assises qui les surmontent en stratification concordante. La première est un calcaire marneux jaune, jaunâtre et bleuâtre à sa base, caractérisé par une grande abondance de *Pteroceras pelagi* Brong.; ce fossile y est accompagné de divers autres, tels que l'*Holaster oblongus* Ag., une térébratule voisine de la *T. depressa* Sow., etc. L'assise n'est visible que sur 2 mètres d'épaisseur environ, à sa partie supérieure ; mais je pense, avec M. Favre, qu'une portion en est cachée sous des éboulements, et qu'en tout l'épaisseur est d'environ 5 mètres. Vient ensuite un horizon très-net, formé par un banc ferrugineux, pétri d'*Orbitolites lenticulata* Lmk., et dont l'épaisseur est de 1 m. 20 d'après M. Itier. Ce même géologue indique ensuite 12 mètres de calcaire jaune chlorité, alternant avec le grès vert, dont il contient lui-même plusieurs fossiles; puis viennent enfin, sur une épaisseur plus grande encore, les sables verts, dont la richesse paléontologique est si connue.

M. Favre a signalé le calcaire à *Pteroceras pelagi* sur plusieurs autres points, à Annecy, au pied du versant méridional du Salève, à Allemogne dans le pays de Gex. Mais cette formation se retrouve encore dans une localité bien plus remarquable à tous égards, parce qu'elle est déjà fort éloignée de la perte du Rhône et que cependant la coupe des terrains y est la même, à l'épaisseur près : je veux parler du Val-de-Travers, dans le canton de Neuchatel.

L'étage néocomien supérieur y est formé d'un calcaire blanc, tendre, grenu, pénétré accidentellement de bitume, entre Couvet et Travers ; dans les carrières où on l'exploite comme asphalte, il plonge, au S.-E., sous un angle d'environ 20° (*fig.* 2, C.) et immédiatement au-dessus de lui, on trouve la série suivante, désignée dans la coupe par la lettre G :

1° Marnes bleues, pénétrées de petits grains d'un vert noirâtre, peu abondants, durs, se délitant en rognons rugueux : *Pteroceras pelagi*, un individu jeune ; — 0 m. 50.

2° Marnes jaunâtres, se délitant en rognons elliptiques : *Pteroceras pelagi*, très-gros, abondant ; *Holaster;* petites exogyres ; — 0 m. 60.

3° Marne d'un jaune verdâtre, pétrie d'*Orbitolites lenticulata* Lam. ; — 0 m. 15.

4° Sable vert, marneux, incohérent, avec *Plicatula placunea*, *Belemnites*, *Ammonites*, *Holaster lævis*, etc.; — 2 m. 40.

5° Grès chlorité gris, à ciment calcaire abondant, se délitant en fragments durs et rugueux ; les fossiles y sont fortement empâtés : Grosse *térébratule* à deux plis ; Exogyres, Nucleolites, etc. — Il subsiste sur 2 mètres environ ; rien n'est visible au-dessus, si ce n'est un terrain tertiaire (T, *fig.* 2) qui repose indifféremment sur les divers terrains secondaires de la vallée.

Les couches du terrain néocomien et celles du gault plongent pareillement, au S.-E.. vers la grande faille qui limite de ce côté le Val-de-Travers et dont la tête est ici un abrupt formé par les couches presque horizontales des étages jurassiques supérieurs.

Si l'on rapporte encore au terrain néocomien le calcaire à *Pteroceras pelagi*, il faudra le regarder du moins comme distinct de la première zone de rudistes, non-seulement par ses caractères propres, mais aussi par sa distribution. Il n'est connu jusqu'ici que dans les localités que je viens de signaler, et il n'existe point en Franche-Comté. En effet, dans cette partie du Jura, sur tous les points, assez nombreux d'ailleurs, où le gault se rencontre, il repose immédiatement sur le terrain néocomien ; on peut ajouter qu'il y est assez différent du gault de la perte duRhône et de celui du Val-de-Travers.

Voici les localités du Jura franc-comtois où le gault a été signalé jusqu'ici par divers observateurs :

1° Dans la Haute-Saône, Bucey-lez-Gy, Vénère, Virey; dans la vallée de l'Ognon, Montcley, Auxon, Devecey; dans celle du Doubs, au-dessous de Besançon, Rozet-Fluans; Longeville et Athose, près de Mouthier (Doubs). — Dans ces diverses localités, où le terrain néocomien ne se compose que des marnes bleues à spatangues et des calcaires chlorités, le gault

repose sur ceux-ci ; il consiste en une assise de sables verts et une assise d'argiles bleues plastiques, l'une et l'autre très-riches en fossiles. A Montcley (*fig.* 4), ainsi qu'entre Auxon et Devecey, le gault est recouvert par la craie chloritée.

2° A Morteau, où l'étage néocomien moyen est complet, le gault repose sur le calcaire jaune de Neuchatel ; il en est de même, probablement, à Souaillon près Neuchatel. A Pontarlier, Oye, Saint-Point, il repose sur les couches supérieures du terrain néocomien où commencent à se montrer les rudistes ; il en est de même à Charbonny dans le Val-de-Nozeroy (Marcou). M. Pidancet l'a retrouvé encore à Narlay, entre Champagnole et Saint-Laurent : depuis là jusqu'à la perte du Rhône, il y a une vaste lacune où il n'existe, à ma connaissance, aucune indication de gault ; mais il ne peut manquer de s'y retrouver sur plusieurs points. — Dans toutes ces localités, le gault consiste encore en sables verts et argiles bleues plastiques ; les sables sont très-fossilifères dans certaines couches ; quant aux marnes, elles le sont généralement bien moins, sauf à Morteau, où on y trouve particulièrement des débris de crustacés. La craie chloritée repose sur le gault à Oye, à Saint-Point, et aussi à Morteau, comme je l'ai indiqué dans la note communiquée récemment à la réunion extraordinaire d'Epernay. Je me contenterai d'y renvoyer pour tout ce qui a rapport à la craie chloritée du Jura.

Résumé.— Concordance de stratification entre les terrains crétacés et le terrain jurassique.

J'ai essayé de représenter aux yeux, par une figure (*fig.* 1), l'ensemble des résultats relatifs au terrain wealdien et au terrain néocomien. Concevons que sur une série de lignes verticales, convenablement espacées, répondant à des localités prises pour types, on représente, par des hauteurs proportionnelles, les épaisseurs du terrain wealdien et des diverses assises néocomiennes dans ces localités : supposons ces lignes verticales placées à des distances à peu près proportionnelles aux distances géographiques des lieux, et leurs extrémités supérieures sur une même ligne, à peu près horizontale, ou mieux encore, sur une ligne qui s'incline légèrement, comme dans la figure, de gauche à droite. Si l'on réunit alors par des traits

continus les points de division tracés sur les diverses ordonnées, on aura une figure qui représentera le développement successif des terrains, dans les diverses localités du Jura. C'est ce que j'ai essayé de faire, du moins approximativement, en complétant mes observations par les indications qu'a bien voulu me fournir M. Pidancet, pour certains points des départements du Doubs et du Jura. Les ordonnées numérotées répondent aux localités suivantes :

1. Bucey-lez-Gy, Choye, Virey, etc. (Haute-Saône); — 2. Montcley, Devecey (vallée de l'Ognon); — 3. Mouthier, Nods, Aubonne, Arc-sous-Cicon (Doubs); — 4. Environs de Fuans et du Russey ; gypse à Vanclans, Orchamps, Mont-de-Laval, etc ; — 5. Morteau, le Pissoux, la Ville-du-Pont ; gypse à Morteau et à la Ville-du-Pont ; — 6. La Chaux-de-Fonds, Saint-Imier, la Sagne, la Brévine (canton de Neuchatel) ; gypse à la Brévine ; — 7. Neuchatel, Bienne et environs ; — 8. Le Val-de-Travers, Pontarlier, les Verrières, Sainte-Croix ; gypse à la Rivière et aux environs de Sainte-Croix ; minerais de fer exploitables, dans le calcaire roux, à Couvet, les Verrières, Oye, les Fourgs, etc ; — 9. Vallées de Mouthe (Doubs) et de Nozeroy (Jura) ; minerais de fer aux Longevilles, aux Hôpitaux, aux Boucherans ; — 10. Foncine, Saint-Laurent, les Rousses, la Dôle, Septmoncel, tout l'arrondissement de Saint-Claude ; gypse à Foncine ; — 11. Nantua, Charix, Thoirette, Maillat, etc. (Ain) ; — 12. Châtillon-de-Michaille, Bellegarde, la Dorche (Ain) ; — 13. Le Val-Romey (id.) ; — 14. Environs de Belley ; Yenne (Savoie.)

Ainsi construit, ce tableau peut-être regardé comme une coupe idéale du bassin néocomien, faite d'abord de l'O. à l'E., dans la direction de Gray à Neuchatel, puis du N. au S., dans la direction de Neuchatel à Belley. On y voit que le terrain wealdien commence à se développer dans la partie moyenne du département du Doubs, entre les ordonnées 3 et 4 ; jusque-là il n'est représenté que d'une manière douteuse, par une couche trop mince, d'ailleurs, pour qu'on ait pu l'indiquer ici. Les amas de gypse sont indiqués à la partie inférieure du terrain wealdien, entre les nos 3 et 10, et on voit qu'ils deviennent de moins en moins fréquents. Les calcaires infra-néocomiens commencent aussi en 3, en même temps que le terrain

wealdien, et se développent constamment jusqu'à 14. Les calcaires roux suivent à peu près la même marche, mais leur plus grand développement paraît être en 12; la présence de la limonite en grains plus ou moins discernables y est indiquée entre 5 et 10, par une ligne de points à leur partie inférieure. La lettre *m* désigne l'assise composée des marnes et calcaires marneux à *Spatangus retusus, Ostrea Couloni*, etc., et des calcaires chlorités, généralement lumachelliques, qui leur sont subordonnés et contiennent en partie les mêmes fossiles ; la distribution de la chlorite (ou plutôt de la matière verte indéterminée) est indiquée par des parties pointillées; les petites hachures horizontales indiquent la tendance à une composition marneuse. On voit ainsi sur la figure que dans l'O. et le N., jusqu'aux limites du département de l'Ain, les grains verts sont restreints à une assise de calcaires supérieurs aux marnes ; là l'assise *m* peut se diviser nettement en marnes bleues et calcaires chlorités. Au contraire, dans le département de l'Ain (10-14), la matière verte se dissémine de plus en plus dans toute la hauteur de l'assise et les calcaires chlorités tendent de plus en plus à se confondre avec les marnes par des alternances et par des passages.

J'ai voulu, par cette figure, représenter d'une manière palpable le fait essentiel qui résulte de mes observations réunies à toutes celles qui les ont précédées. Ce fait, c'est la constance de la série des couches comprises entre le terrain jurassique et le gault; c'est le développement uniforme et régulier qu'elles présentent quand on les suit dans les diverses parties du Jura. Si je ne me trompe, il n'en faut pas davantage pour arriver sûrement aux conclusions suivantes.

1° Le terrain néocomien du Jura ne s'est pas déposé, comme on l'a dit, dans des golfes, des *fiords*, des bras de mer plus ou moins isolés, séparés par des îles ou des presqu'îles qu'auraient formées déjà les chaînes jurassiques en partie émergées. Si cela était, son faciès serait partout littoral, la série et la puissance de ses assises essentiellement et irrégulièrement variables dans des localités très-rapprochées ; c'est ce que M. Itier avait cru voir dans le département de l'Ain ; mais cela tient, comme nous l'avons dit, à ce que presque nulle part il n'avait reconnu la série complète des assises néocomiennes, et à plus forte raison le terrain wealdien.

2° Le terrain néocomien du Jura ne s'est même pas déposé dans une mer « semée d'écueils et de bas-fonds, » comme le dit encore M. Itier, ou sur un fond hérissé de *collines sous-marines*, comme celle qu'aurait formée le Salève, suivant M. Favre. Car, dans cette hypothèse, la même variabilité de caractères et de puissance devrait exister, au moins pour les assises inférieures du terrain néocomien ; or, nous avons vu que les calcaires infra-néocomiens sont précisément ce qu'il y a de plus constant dans ses caractères, depuis Morteau et Bienne jusqu'à Belley.

Ainsi, par ces seuls faits, l'existence constante du terrain wealdien, l'uniformité de composition et de développement du terrain néocomien, je crois pouvoir établir que ces terrains se sont déposés dans un bassin dont le fond était sensiblement uni, dont la profondeur ne variait, dans ses diverses parties, que d'une manière lente et uniforme. Cela revient évidemment à dire que le terrain jurassique n'a éprouvé dans le Jura aucune révolution susceptible de donner lieu à des rides, à des failles, à des inégalités quelconques, avant le dépôt du terrain néocomien ; ou, en d'autres termes, qu'il doit y avoir *concordance générale de stratification entre le terrain jurassique et le terrain néocomien.*

Nous arrivons ainsi secondairement, et sans l'avoir traitée directement, à la solution d'une question qui, pendant longtemps, m'avait paru être la question principale à résoudre dans l'étude du Jura. On sait, en effet, que suivant les idées généralement admises, les chaînes du Jura auraient été soulevées en grande partie à la fin de la période jurassique, et que ce premier soulèvement serait démontré par une *discordance* ordinaire entre les dépôts crétacés et le terrain jurassique.

Cependant, si l'on recherche quelles sont les preuves avancées à l'appui de cette opinion, on verra qu'elles se réduisent à très-peu de chose. Et d'abord, dans la partie basse de la Franche-Comté (Haute-Saône, vallée de l'Ognon, environs de Mouthier) on n'a jamais signalé aucune discordance (1). Un des géologues qui ont exploré ces contrées avec des idées contraires aux nôtres, Renaud-Comte, regarde comme très-probable que la grande

(1) Voir Thirria, *Ann. des mines*, 3e série, t. X ; Marcou, *Recherches sur le Jura salinois*, p. 123.

faille qui passe à Mouthier, et qui est le trait orographique le plus important du département du Doubs, est postérieur au dépôt du terrain néocomien et du grès vert (1). Lorsque, il y a trois ans, M. Marcou lut à la Société géologique son travail sur le terrain néocomien du Val-de-Nozeroy, il admit que la discordance n'existait que pour les hautes régions du Jura franc-comtois, mais qu'elle y était un fait général. On l'admettait également pour le Jura suisse, et surtout pour le département de l'Ain, le Salève, etc., d'après les travaux de MM. Itier et Favre.

Il suffit cependant de faire quelques pas dans le Haut-Jura français pour en revenir avec des impressions directement contraires. C'est ce que reconnut M. Pidancet, en revoyant après M. Marcou le terrain néocomien du Val-de-Nozeroy et celui du Grandvaux. J'arrivai à peu près en même temps aux mêmes conclusions en explorant les plus hautes parties du Jura, telles que les vallées de Joux et des Dappes, la Dôle, le Salève lui-même. Pour éclaircir la question, nous publiâmes alors notre note sur la Dôle (2) et un Mémoire sur les environs de Sainte-Croix, où des cas de discordance entre le terrain jurassique et le terrain néocomien avaient été signalés par MM. Lardy et Roux (3). Nous fîmes voir (4) que ces prétendues discordances étaient le résultat d'une grande faille, qui met en général le terrain néocomien en contact avec la partie supérieure du corallien ou la partie inférieure du portlandien, plus ou moins bouleversé.

Aujourd'hui, comme je l'ai dit plus haut, il devient à peu près inutile de discuter au point de vue stratigraphique cette question de la concordance ou de la discordance entre le terrain néocomien et le terrain jurassique. Cependant, je crois devoir faire une revue rapide des principales raisons et des principaux faits sur lesquels s'est fondée l'opinion précédemment adoptée.

« Le terrain néocomien, a-t-on dit, n'existe que dans les » vallées du Jura ; jamais il ne forme les sommités les plus » élevées; les chaînes jurassiques forment autant d'îles entou-

(1) *Renaud-Comte,* Etudes sur les vallées d'érosion, Mém. de la Soc. d'émul. du Doubs, 1845.

(2) *Bull. de la Soc. géol.,* novembre 1847.

(3) *Bull. de la Soc. vaudoise,* t. I ; et *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève,* 1847.

(4) *Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs,* 1848.

» rées par le dépôt néocomien, qui s'élève à peine sur leurs » flancs. » C'est à des assertions vagues de ce genre que se réduisent les preuves apportées par MM. Itier, Marcou, etc. Mais, pour rester d'abord dans les généralités, il n'est, pour ainsi dire, aucune vallée, aucun pli formé par les couches jurassiques redressées où le terrain néocomien ne se rencontre, quelle que soit la hauteur. Il est dans les plis les plus élevés du Jura neuchatelois et vaudois, dans la vallée des Dappes, sur les plateaux des Rousses et de Saint-Cergues, aussi bien que dans les parties les plus basses de la Suisse et de la Haute-Saône. Il se trouve à la Dôle, à 1,600 mètres de hauteur, comme nous l'avons montré ; et si c'est probablement l'exemple unique d'un niveau aussi élevé, c'est que ce niveau même est celui des plus hautes chaînes du Jura. Le Jura ayant été soumis, depuis ses derniers soulèvements, à des actions de dénudation très-étendues, surtout dans ses parties basses, il n'y a rien d'étonnant à ce que les terrains crétacés aient été enlevés sur la majeure partie de sa surface : c'est sur eux que la dénudation a exercé son action tout d'abord, et comme, d'après leur structure, d'après l'épaisseur assez faible de leurs assises calcaires, ils n'ont pu lui opposer qu'une médiocre résistance, il est tout simple qu'on ne les rencontre plus sur les parties culminantes, mais seulement dans les plis, dans les dépressions, dans les vallées où leur position les a protégés. L'étage jurassique supérieur, au contraire, formé en général, dans tout le Jura méridional, d'assises calcaires très-résistantes, n'a été enlevé ou attaqué profondément par la dénudation que sur un bien moins grand nombre de points. Cependant il l'a presque toujours été un peu quand le terrain néocomien et le terrain wealdien ont disparu ; et, comme nous l'avons dit au début de ce Mémoire, partout où le terrain jurassique est complet, partout où l'on trouve la dolomie portlandienne, on est à peu près sûr de retrouver au-dessus le terrain wealdien et le terrain néocomien.

Quant à l'opinion d'après laquelle on prétend que le terrain néocomien ne se redresse en général que faiblement sur les flancs des montagnes, elle tient très-probablement à ce que la plupart des géologues ont méconnu l'existence de l'étage néocomien inférieur et confondu les calcaires infra-néocomiens avec le terrain jurassique. Les *fig.* 6 et 7 montrent la manière dont le terrain néocomien se présente à l'ouest de deux des

grandes vallées du département de l'Ain, la vallée du Rhône et le Val-Romey. On voit que par suite des dénudations qui ont approfondi ces vallées, les calcaires supérieurs du terrain néocomien (C, première zone de rudistes ; *n*, calcaire jaune de Neuchatel) ne subsistent plus, en effet, que dans le fond des vallées et en couches presque horizontales ; le calcaire roux *r*, se redresse déjà jusqu'à une certaine hauteur sur le flanc de la montagne ; et les calcaires infra-néocomiens *ci* s'élèvent de manière à former des crêtes qui atteignent les deux tiers de la hauteur des crêts jurassiques eux-mêmes ; ils en sont séparés par de petites combes formées par le terrain wealdien *w*, qui ne se rencontrent qu'à une hauteur considérable au-dessus du fond des vallées.

Une autre cause contribue à rendre plus marquée encore la disposition retracée dans ces deux coupes. Toutes les fois qu'il y a soulèvement d'un terrain composé d'assises alternantes de marnes et de calcaires, les assises marneuses doivent être considérées comme essentiellement plastiques, comme susceptibles de s'écraser et de se réduire presque à rien sous la pression des masses qui s'appuient sur elles. C'est ce qui s'observe pour les étages moyens et supérieurs du terrain jurassique dans les régions où leur faciès est littoral, comme dans la chaîne du Mont-Terrible, etc. Par suite de cette compression des assises marneuses, il arrive, en général, que les étages calcaires forment des crêts dont les couches sont de moins en moins inclinées à mesure qu'ils sont plus éloignés de l'axe de la chaîne ; de sorte que souvent il y a, au premier coup d'œil, discordance entre l'étage oolithique et l'étage inférieur corallien, à peine redressé sur les flancs de la chaîne ; entre celui-ci et l'étage portlandien, qui reste à peu près horizontal, formant seulement des plateaux ou le fond des vallées. — Le terrain néocomien, par sa constitution, se prête éminemment à des accidents de ce genre ; et cela d'autant mieux que, dans la plupart des localités où il se rencontre, tous les étages supérieurs du terrain jurassique tendent à se confondre en une immense série de calcaires compactes. Cette masse énorme de calcaires, redressée d'une seule pièce, forme ces crêts imposants des hautes sommités du Jura (JS, *fig.* 6). Le terrain néocomien au contraire, peut s'affaisser plus ou moins sur les marnes wealdiennes ; ses assises supérieures surtout, pressant et glissant sur la masse plastique des marnes

à spatangues, se maintiennent souvent à distance du soulèvement et se redressent à peine sur les flancs des vallées. Telle est pour moi l'explication de l'observation, très-exacte du reste, de M. Itier, qui a remarqué que l'épaisseur générale du terrain néocomien était moins grande sur les flancs des grandes vallées que dans leur milieu, et que, sur le penchant même des montagnes, certaines assises se trouvaient réduites presque à rien ; c'est ainsi, par exemple, que dans les coupes *fig.* 6 et 7, l'épaisseur de l'assise marneuse *m* à *Spatangus retusus* est bien moindre que dans le centre même des vallées. Mais, je le répète, partout où ce fait s'observe, dans le Val-de-Nozeroy, en face de Sirod, etc., il est une conséquence pure et simple du soulèvement, il ne constitue point une preuve de discordance.

« On retrouve encore sur une foule de points, dit M. Itier,
» des traces évidentes des rivages de la mer néocomienne... ;
» dans le Val-Romey, on observe au-dessus de Charencin et
» jusqu'auprès de Ruffieu, une ligne où le flot de la mer cré-
» tacée a apporté pêle-mêle, avec les fragments de la roche
» qu'il battait, de nombreux débris de coquilles et de zoophytes ;
» cette ligne est encore marquée par une multitude d'huîtres
» adhérentes au rocher jurassique et par une suite de trous
» de coquilles perforantes que ce même rocher a conservés. »
Cette observation, sur laquelle M. Itier a beaucoup insisté, n'a pas besoin d'être bien longuement discutée : dans la localité dont il s'agit, le *rocher jurassigue* de M Itier n'est autre que le crêt formé par les calcaires infra-néocomiens : leur couche supérieure est effectivement remplie de grandes huîtres et d'autres fossiles qui se détachent sur la surface ; et les marnes du calcaire roux qui la recouvrent immédiatement ont ici un faciès corallien très-prononcé (*fig.* 7).

Le cas est le même au Mont-du-Chat, derrière la maison qui est au sommet de la route ; la surface couverte de grands peignes, que l'on a prise pour jurassique (1), appartient encore à la couche supérieure des calcaires infra-néocomiens.

Les *fig.* 2, 3, 5, 9, représentent des accidents orographiques qui, au premier abord, peuvent simuler des discordances locales entre le terrain jurassique et le terrain néocomien. La *fig.* 2. est une coupe du flanc S.-E. du Val-de-Travers, passant

(1) Bull. soc. géol., réunion à Chambéry, 1844.

par les mines d'asphalte entre Couvet et Travers; là on voit que le flanc de la vallée est formé par une faille, vers laquelle plongent les couches du néocomien supérieur C et du gault G, et dont l'autre bord est un abrupt jurassique, couronné par le terrain wealdien *w* et la série des assises néocomiennes (*ci,* calcaires inférieurs; *m,* marnes à spatangues; *n* calcaires jaunes). Sur le point où passe cette coupe, les terrains sont peu bouleversés de part et d'autre de la faille; mais cette ligne de dislocation se prolonge d'une part jusqu'en face de Sainte-Croix, de l'autre jusqu'à Rochefort, en passant au milieu des magnifiques accidents orographiques de la Clusette. Sur plusieurs points de cette ligne, les bouleversements éprouvés par le terrain néocomien au pied de la faille, l'étage jurassique supérieur ou moyen sur l'autre bord, donnent lieu à des discordances apparentes qui s'expliquent d'ailleurs très-facilement.

La *fig.* 3 représente la coupe d'une discordance apparente du même genre, figurée comme discordance réelle par M. Renaud-Comte. Le village du Pissoux (Doubs) est bâti sur une pente formée par les tranches des assises néocomiennes, dont la base est le terrain wealdien *w*, reposant régulièrement sur le portlandien P. Derrière le cimetière, en haut du village, les couches néocomiennes supérieures *n* plongent au N.-O. et elles battent contre des couches presque verticales appartenant à la base du groupe séquanien *(a,* marnes à *Apiocrinus Meriani);* cet accident qui, au premier abord, pourrait ressembler à une discordance, tient uniquement à une faille qui suit cette partie de la vallée du Doubs. Comme il arrive très-fréquemment, cette faille établit une indépendance complète entre les bouleversements qui ont affecté les couches sur l'un et l'autre de ses bords : de telle sorte que, des deux côtés, les couches plongent ici vers la ligne de faille, et avec des inclinaisons très-différentes.

La *fig.* 9. est la coupe d'un accident orographique assez particulier que l'on observe au Salève, et où M. Alph. Favre a vu un cas de discordance entre le terrain jurassique J. et le terrain néocomien N. Il en a conclu que le Salève formait déjà une grande colline sous-marine au moment où s'est formé le dépôt néocomien. Sans doute M. Favre a dû revenir depuis sur ces conclusions peu fondées; mais comme il les a consignées dans

un Mémoire d'ailleurs fort important (1), et qu'il n'y a point donné de coupes assez nettes pour que l'on puisse s'apercevoir de son erreur, j'ai cru devoir signaler, en passant, la véritable nature de l'accident dont il s'agit. On sait que le Mont-Salève présente, du côté de Genève, un grand abrupt jurassique, déterminé par une énorme faille F, au pied de laquelle on voit encore les couches du terrain néocomien N et de la mollasse M, redressées presque verticalement et toutes brisées. Mais en outre, dans toute la partie du Salève comprise entre le creux de Monetier et le ravin de la Grande-Gorge, le massif jurassique a été brisé par une autre faille *f* inverse de la première, et s'est partagé, comme l'indique notre coupe, en deux lambeaux portés à des niveaux très-différents. Le terrain néocomien, au contraire, composé d'assises beaucoup plus flexibles a plié sans se rompre ; de telle sorte que l'action qui a produit la faille *f* dans la masse compacte du portlandien et du corallien, n'a déterminé qu'un simple contournement dans les assises néocomiennes. Cet accident est très-facile à étudier dans le ravin dit la *Petite-Gorge,* et surtout sur le bord désigné sous le nom d'*Echelle de Jacob;* la *fig.* 9 n'est que l'esquisse de ce que l'on aperçoit très-nettement sur ce point. Il est évident que loin de constituer une discordance de stratification, cet accident montre que le bouleversement du terrain néocomien est une conséquence pure et simple de celui du terrain jurassique.

J'ai représenté, *fig* 5, un accident dû à des causes analogues, mais qui, au premier abord, simule réellement une discordance entre les deux terrains. Il s'observe, tout près de Nantua, au village de Neyrolles. Pour s'en rendre compte, il suffit de supposer que dans le soulèvement simultané des deux chaînes A et B, il s'est produit suivant leurs axes, en *e* et en *f,* deux ruptures profondes, deux failles locales. La vallée de Neyrolles s'est formée alors par un énorme effondrement du terrain jurassique, qui s'est partagé en trois lambeaux ; deux sont restés appliqués en couches verticales contre les plans de fracture *e* et *f,* ce sont les deux crêts *c* et *d,* formés par l'ensemble des étages supérieurs jurassiques (J. S.) ; un troisième lambeau s'est affaissé par son propre poids, ses couches restant à peu près horizontales, et le terrain néocomien N dont il était recouvert a suivi

(1) *Considérations sur le Salève,* etc., chap. 9 et 10.

ce mouvement en glissant avec frottement considérable sur les faces extérieures *g* et *g'* des crêts *c* et *d*. Quant aux portions de terrain néocomien qui recouvraient d'abord les couches jurassiques de ces deux crêts, elles ont été broyées et complétement écrasées dans ce bouleversement; et il en a été de même des couches jurassiques supérieures; car on chercherait vainement en *c* et en *d* leur série complète. Cette disparition d'une grande masse de terrain néocomien, par suite du broiement qui s'est opéré sur les faces de glissement *g* et *g'*, n'est pas plus extraordinaire que l'écrasement à peu près complet de l'étage oxfordien en *f*, où le crêt *d*, formé par les étages supérieurs J. S, s'appuie à peu près immédiatement contre la tranche des couches de l'étage oolithique inférieur J. I.

Si du village de Neyrolles on suit la grande route de Nantua à Genève, le long du lac de Silans, on voit le prolongement des mêmes couches néocomiennes, et leurs rapports avec le terrain jurassique ne tardent pas à devenir plus faciles à saisir. D'un côté (*fig*. 8) elles ont encore glissé en *g'* sur le flanc de la chaîne de Nantua, de manière à présenter une discordance apparente avec le portlandien P de cette chaîne. Mais, d'autre part, si on suit les couches que coupe la route à partir du point *a*, on arrive à la côte de Charix, où l'on voit les calcaires infra-néocomiens *ci* reposer sur le terrain wealdien *w*, et celui-ci reposer à son tour sans la moindre discordance sur la dolomie portlandienne P.

La figure 8 montre la coupe complète que l'on rencontre en s'élevant de la grande route jusque sur le plateau où est bâti le village de Charix : P, dolomie portlandienne ; *w*, terrain wealdien avec fossiles d'eau douce ; *ci*, calcaires infra-néocomiens ; *r*, calcaire roux ; *m*, assise des marnes à spatangues ; *n*, calcaire jaune de Neuchatel ; C, étage néocomien supérieur.

Sans insister davantage sur ces discordances apparentes entre les terrains crétacés et le terrain jurassique, je terminerai par une simple réflexion : si réellement les chaînes du Jura avaient reçu un certain relief avant le dépôt des terrains wealdien et néocomien, ce n'est pas sur des points isolés seulement que l'on retrouverait la trace de cet ancien soulèvement; la discordance serait le fait général, elle devrait se vérifier à chaque pas. Si donc il n'en est ainsi dans *aucune* région du Jura,

(et cela me semble établi d'une manière incontestable), il faudra nécessairement en conclure que les faits exceptionnels signalés comme cas de discordance ont été mal interprétés, et qu'ils doivent tous pouvoir s'expliquer comme ceux que nous venons d'examiner.

L'ensemble des Monts-Jura peut se diviser en deux parties par une ligne dirigée à peu près de l'O. 15° N. à l'E. 15° S. et passant approximativement par Gray, Baume-les-Dames et Bienne. La partie située au nord de cette ligne, que j'appellerai le *Jura septentrional*, ne présente aucune trace de dépôts crétacés : tout porte à croire qu'elle s'est trouvée émergée à la fin de la période jurassique et a limité de ce côté le bassin où s'est déposée la formation wealdienne. Quant aux chaînes dont se compose aujourd'hui cette partie du Jura, peut-être leur premier soulèvement date-t-il de cette époque ; peut-être aussi n'ont-elles été dessinées qu'à une époque bien plus récente. L'autre moitié du Jura, le *Jura méridional*, n'a éprouvé alors aucun bouleversement sensible : son emplacement actuel constitua le bassin peu profond, mais parfaitement continu, où se déposa la formation wealdienne. Plus tard, ce même bassin fut envahi par les eaux plus profondes de la mer néocomienne ; mais le fond en restait toujours sensiblement uni, présentant seulement une pente continue, de Gray vers Neuchatel et de Neuchatel vers Belley. Les chaînes du Jura méridional n'ont été soulevées que postérieurement au dépôt du terrain néocomien et probablement aussi à celui du gault et de la craie chloritée. C'est à la fin de cette dernière période, à l'époque où M. Elie de Beaumont a placé le soulèvement du système du Mont-Viso, que je serais disposé à placer l'émergence générale et le *premier soulèvemcnt du Jura méridional*.

NOTE COMPLÉMENTAIRE.

La rédaction de ce Mémoire remonte à la fin de l'année 1849. Le fait le plus intéressant qu'il renferme, la découverte de fossiles d'eau douce dans une assise placée entre la dolomie portlandienne et les calcaires néocomiens inférieurs, nous porta immédiatement à conclure que cette assise devait être distin-

guée à la fois et du terrain jurassique et du terrain néocomien. A cette époque, les puissantes formations d'eau douce du *Weald,* dans le midi de l'Angleterre, placées entre le *Portland-Stone* et le *Lower-Green-Sand,* étaient généralement regardées comme formant une série unique, le *groupe wealdien;* et nous dûmes naturellement considérer la couche d'eau douce du Jura comme un représentant rudimentaire et partiel de cette formation. L'argile de Weald et les sables de Hastings étaient alors généralement considérés comme formant le premier étage de la série crétacée ; mais les couches, également lacustres, de Purbeck avaient été tantôt réunies au calcaire de Portland, sur lequel elles reposent, tantôt classées comme assises inférieures du groupe wealdien. Cette dernière opinion avait prévalu, et ce n'est que dans ces dernières années que les travaux de M. Ed. Forbes sont venus jeter de nouvelles lumières sur ces formations d'eau douce si intéressantes : il paraît bien établi aujourd'hui, comme M. Lyell l'a confirmé dans la dernière édition de son *Manuel de Géologie,* que les couches de Purbeck doivent être considérées comme le dernier terme de la série jurassique ; et le groupe wealdien, restreint aux sables de Hastings et à l'argile de Weald, se rattache au contraire incontestablement à la série crétacée.

La couche d'eau douce du Jura, décrite dans ce Mémoire sous le nom de *terrain* ou *étage wealdien,* m'a toujours paru, du moment où j'ai reconnu son origine lacustre, devoir être complétement séparée des calcaires néocomiens inférieurs, formation essentiellement marine, et se lier plutôt avec les dernières assises portlandiennes, dépourvues de fossiles. Les détails que nous avons donnés dans ce travail prouvent que, déjà, dans notre pensée, ce dépôt d'eau douce répondait à la partie des dépôts du Weald, qui se lie aux calcaires de Portland, et non à ceux que l'on regardait généralement comme les équivalents synchroniques du terrain néocomien. J'ai fait voir en effet que souvent il était difficile de tracer une limite nette entre la dolomie portlandienne et les marnes wealdiennes, par suite de l'existence fréquente de couches magnésiennes intercalées dans la partie inférieure de celles-ci. J'ai développé, relativement aux circonstances dans lesquelles a pu se former ce dépôt d'eau douce, une hypothèse qui le lie encore d'une manière intime aux derniers sédiments portlandiens ; tandis qu'il a été né-

cessairement séparé de la période néocomienne par une grande révolution, qui a placé sous les eaux d'une mer continue et assez profonde, non-seulement tout le Jura méridional, mais encore une grande partie des régions alpines et du bassin du Rhône, précédemment à sec pendant les dernières périodes jurassiques.

Les études que nous avions faites dès 1845, et que nous avons reprises depuis 1850, sur les terrains crétacés du Dauphiné et de la Basse-Savoie, nous ont mis à même de confirmer ces résultats relatifs au Jura; et nous demanderons à citer ici quelques passages de notre *Essai sur les montagnes de la Grande-Chartreuse*, publié en 1852, dans le *Bulletin de la Société de statistique de l'Isère*, et où nous avons reproduit, en les complétant par de nouveaux détails, deux Mémoires insérés au *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. IX.

(P. 20.) « Le terrain néocomien, qui, dans le Jura, ne présente qu'une puissance médiocre et ne couvre que de faibles étendues, acquiert, comme on le sait, un très-grand développement dans les montagnes du Dauphiné. On peut poser en principe que *la puissance du terrain néocomien va en augmentant rapidement, à mesure que les assises supérieures du terrain jurassique tendent à disparaître*. Ainsi, à Belley, comme dans tout le Jura, le terrain jurassique présente la série complète de ses étages, jusqu'à l'étage portlandien, très-bien caractérisé; et au-dessus de ce dernier l'on trouve encore une assise de marnes et de calcaires marneux grisâtres, dans lesquels j'ai signalé la présence de fossiles d'eau douce (1), qui, par conséquent, représentent la formation *wealdienne* du midi de l'Angleterre. *Le terrain néocomien commence alors constamment au-dessus de ces derniers dépôts de la période jurassique*. Partant de là pour aller à Chambéry par le Mont-du-Chat, ou vers Voreppe en suivant la chaîne qui comprend Chaille, Miribel, la Buisse et l'Echaillon, on verra bientôt le terrain néocomien reposer sans intermédiaire sur l'étage corallien, sa puissance augmenter notablement et son faciès devenir de plus en plus pélagique. Cependant dans ces deux directions, de Belley à Chambéry, de Belley à Voreppe, le terrain néocomien présente encore le même aspect, les mêmes caractères minéralogiques et les mêmes subdivisions que dans le Jura méridional. Ce type

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, octobre 1849.

jurassien ou subpélagique du terrain néocomien persiste donc partout où le terrain jurassique montre encore une partie de ses assises supérieures, l'étage corallien du moins. Mais dès que l'on entre réellement dans les Alpes, nous avons vu que l'étage corallien disparaissait lui-même, et alors le terrain néocomien repose immédiatement sur l'étage oxfordien ; alors aussi, brusquement, sa puissance devient plus grande, ses caractères sont plus uniformes dans les couches de chaque assise, et les fossiles ainsi que les couches oolithiques ou lumachelliques y deviennent beaucoup plus rares. C'est alors le faciès réellement pélagique du terrain néocomien, et c'est ce type alpin qu'il présente dans les montagnes de l'Isère et de la Drôme. Alors sa puissance, aux environs de Grenoble, par exemple, s'élève à plus de mille mètres, tandis que, avec le type jurassien, même dans les localités les plus rapprochées, comme Chaille, le Mont-du-Chat, les Balmes de Voreppe, elle ne dépasse pas cinq ou six cents mètres et reste habituellement bien inférieure à ce chiffre. »

(P. 69.) « La séparation géologique entre les terrains jurassiques et les terrains crétacés (en Dauphiné) ne se manifeste pas par une discordance bien tranchée dans la stratification, par des différences très-sensibles dans les inclinaisons de leurs couches redressées..... Nulle part je n'ai vu les couches néocomiennes reposer sur la tranche des couches jurassiques, ni venir butter par leurs extrémités contre une falaise jurassique qui aurait servi de limite à leur dépôt. On peut conclure de là que, lors du dépôt du terrain néocomien, les couches jurassiques de l'étage oxfordien n'avaient pas encore été bouleversées ni notablement redressées, sur l'emplacement actuel du massif de la Chartreuse ; elles pouvaient former un fond de mer un peu incliné, mais uni et non fortement accidenté par des chaînes sous-marines, ou entrecoupé d'îles et de presqu'îles, comme on a quelquefois représenté le fond de la mer néocomienne dans des régions voisines de celles-ci.

» Mais la discordance de stratification entre le terrain néocomien et le terrain jurassique se manifeste très-bien par la superposition du premier à des assises jurassiques de plus en plus anciennes, à mesure que l'on quitte le Jura pour entrer dans les Alpes. »

Nous avons vu, en effet, rien que dans le Mémoire précédent, que, dans tout le Jura méridional, le terrain néocomien

reposait sur la formation d'eau douce *wealdienne* et celle-ci sur la dolomie portlandienne. Au Salève, déjà, il n'y a plus de wealdien et l'étage portlandien est incomplet; il se termine, d'après M. Alphonse Favre, par des calcaires blancs compactes, renfermant de grands gastéropodes, et que l'on peut regarder comme correspondant à la partie moyenne de l'étage portlandien, tel qu'il est dans le Jura. Au Mont-du-Chat, il n'y a plus, au-dessus du corallien bien caractérisé, que quelques assises de calcaires compactes, qui ne se distinguent point nettement du reste, et représentent tout au plus un rudiment des calcaires à astartes du Jura; et les calcaires néocomiens inférieurs viennent immédiatement au-dessus. Dans le premier chaînon de la Savoie et du Dauphiné, depuis Yenne jusqu'à l'Echaillon, près Voreppe, on trouve encore constamment l'étage corallien, et c'est sur lui que le terrain néocomien repose à Chaille, la Buisse et l'Echaillon. Mais à partir de cette dernière station, soit vers le midi, soit vers l'intérieur des Alpes, il n'y a plus trace des étages jurassiques supérieurs à l'oxfordien, et celui-ci forme la base du terrain néocomien dans toutes les Alpes de la Savoie et du Dauphiné, dans toutes les montagnes de la Provence et du Languedoc, jusqu'à la mer.

(P. 71). « Si donc on embrasse d'un même coup d'œil les chaînes occidentales du Dauphiné, la Basse-Savoie et le Jura, on pourra tirer de ces faits la conclusion suivante :

» L'océan jurassique a couvert uniformément ces contrées pendant le dépôt de l'étage oxfordien; mais à partir de cette période, le fond de la mer a dû éprouver un mouvement continu d'exhaussement du côté des Alpes, d'affaissement dans l'emplacement actuel du Haut-Jura. A la fin de la période oxfordienne, un rivage s'était ainsi formé, suivant une ligne passant à peu près par Saint-Gervais, Noyarey, Voreppe, Saint-Laurent-du-Pont et Chambéry, et c'est sur ce bord que venait expirer le dépôt de l'étage corallien. Puis l'exhaussement continuant toujours du côté des Alpes, les assises jurassiques supérieures se sont déposées successivement, chacune en retrait par rapport aux précédentes; la mer jurassique est allée en se retirant et a concentré ses derniers dépôts uniquement sur l'emplacement actuel du Jura.

» En même temps que le bassin se rétrécissait ainsi de plus en plus, il devait devenir de moins en moins profond; il ten-

dait à se transformer en une vaste lagune. De là, le caractère minéralogique particulier que nous présentent les derniers dépôts portlandiens du Jura, qui sont constamment formés de couches minces, sans fossiles, fortement imprégnées de magnésie. Enfin, les eaux de la mer se sont trouvées remplacées par des eaux douces ou saumâtres, et c'est seulement sur une partie de l'emplacement du Jura, dans le bassin compris entre Gray, Bienne et Belley, que s'est formée cette assise marneuse où j'ai signalé des fossiles d'eau douce. Ces fossiles l'assimilent au dépôt wealdien du midi de l'Angleterre ; et de même que celui-ci, du moins au point de vue de plusieurs géologues, *elle se lie intimement avec l'assise portlandienne supérieure, bien plus qu'avec le terrain néocomien ; elle constitue plutôt la dernière assise du terrain jurassique que la première des terrains crétacés.*

» A ce moment, les eaux de la mer s'étaient complétement retirées de ces contrées, peut-être même de toute l'Europe occidentale; et le commencement de la période néocomienne nous représente un nouvel envahissement de l'Océan, par suite de vastes affaissements, surtout dans les régions circumméditerranéennes. L'espace compris entre le plateau central de la France à l'O., les grandes Alpes à l'E., s'affaissa sous les eaux de l'Océan, à partir d'une sorte de charnière formée par le Jura septentrional, de Gray à Soleure. Le bassin, très-peu profond vers son extrémité N.-O. (Haute-Saône), allait en s'approfondissant vers le S. et vers l'E., jusqu'au pied des Alpes ; il atteignait ainsi une grande profondeur dans le massif de la Chartreuse.

» Dans tout cet espace envahi par la mer néocomienne, il y avait eu affaissement en masse du sol jurassique, et par contrecoup soulèvement de ce même terrain dans les Alpes centrales ; celles-ci, esquissées déjà avant le dépôt des terrains jurassiques par des révolutions anciennes, durent former dès lors de véritables montagnes, que la mer crétacée venait baigner à l'O. et au pied desquelles elle était immédiatement très-profonde. Mais quant au fond même de cette mer, il paraît avoir été sensiblement uni ; les couches jurassiques qui le formaient ne nous paraissent pas avoir été notablement redressées ni bouleversées avant le dépôt du terrain néocomien. Ainsi, dans le Jura, nous avons soutenu, M. Pidancet et moi, la constance du parallé-

lisme des couches néocomiennes avec les couches jurassiques; nous avons montré dans diverses localités, comme l'un de nous (M. Pidancet) l'avait vérifié d'abord aux environs de Besançon, le terrain néocomien reposant toujours sur la dernière assise du terrain jurassique. J'ai vérifié qu'il en était ainsi jusqu'aux dernières limites du Jura, jusqu'aux environs de Bienne d'une part, de Belley d'autre part, où le terrain néocomien a toujours pour base la formation wealdienne, celle-ci l'étage portlandien, et où je n'ai pu saisir aucun exemple d'un défaut réel de parallélisme entre leurs couches. S'il existait des cas de discordance de ce genre, ils se présenteraient surtout dans la Basse-Savoie et dans le Dauphiné, régions plus rapprochées du soulèvement des Alpes, et où nous voyons le terrain néocomien reposer sur diverses assises du terrain jurassique. Mais, comme nous l'avons vu, cette dernière circonstance tient à une autre cause; elle s'explique par des retraits lents et successifs de la mer jurassique à partir de la fin de la période oxfordienne, par un retour général des eaux au commencement de la période néocomienne. Ces déplacements de la mer ont eû pour causes des mouvements de son fond qui se sont effectués sans que les dépôts jurassiques aient été bouleversés, façonnés en montagnes ou redressés sous des angles sensibles. Aussi, même dans ces contrées, on ne voit point le terrain néocomien reposer sur les tranches des couches jurassiques; au contact des deux formations, on n'aperçoit aucune différence notable d'inclinaison qui suppose nécessairement un redressement des strates jurassiques antérieur aux dépôts crétacés. Ainsi les terrains jurassiques du Villard-de-Lans et de la Chartreuse, ceux de la Basse-Savoie et du Jura méridional, ne nous paraissent pas avoir formé de montagnes, avoir présenté des accidents de relief sensibles, avant le dépôt du terrain néocomien. »

On voit par ces divers extraits que depuis longtemps nous considérions la couche à fossiles d'eau douce du Jura, placée entre le terrain jurassique et le terrain néocomien, comme *correspondant à la partie jurassique des dépôts du Weald,* c'est-à-dire aux couches de Purbeck. Nous avons vu avec plaisir cette opinion confirmée par les observations de notre savant collègue, M. Coquand, soit sur la formation d'eau douce analogue qu'il a découverte dans la Charente, soit sur celle du Jura

lui-même (1) ; et par le remarquable travail de M. Sautier sur les terrains des environs des Rousses, publié dans ce recueil en 1855. Désormais, il me semble qu'il ne saurait rester aucun doute sur ce point, et la dénomination de *groupe* ou *étage de Purbeck* doit remplacer celle d'*étage wealdien* dans l'énumération des formations géologiques du Jura. Non-seulement ce groupe doit être complétement séparé du terrain néocomien, pour être rapproché du portlandien et considéré comme le dernier terme de la série jurassique ; mais encore il nous paraît probable que l'on sera conduit à reconnaître la liaison intime de ces dépôts d'eau douce ou d'eau saumâtre, soit avec les dolomies portlandiennes sans fossiles, qui nous semblent être un dépôt d'un lac salé, déjà isolé de l'océan, soit avec les *calcaires à tortues* de Soleure et autres assises bien distinctes de la masse générale des calcaires portlandiens.

Au contraire, il y a une discontinuité complète entre cette formation lacustre et le terrain néocomien, qui est une formation essentiellement marine ; et il a pu s'écouler un laps de temps très-long entre ces deux formations, avant que l'océan néocomien soit venu recouvrir le dépôt du lac supra-jurassique. Il est probable, en effet, que les calcaires néocomiens inférieurs du Jura ne sont pas les dépôts néocomiens les plus anciens : quand on les suit, par Belley et les Echelles, jusqu'aux montagnes de la Chartreuse et aux environs de Grenoble, où ils sont représentés par les calcaires dits *du Fontanil*, plus développés encore, on voit apparaître brusquement au-dessous d'eux une puissante assise de marnes et calcaires marneux, caractérisée surtout par le *Belemnites latus*, d'Orb.; un peu plus au sud, cette assise des marnes inférieures renferme à profusion les *Belemnites latus* et *conicus*, les *Ammonites neocomiensis, semisulcatus, Tethys*, etc. (noms du *Prodrome* de M. d'Orbigny) ; cette faune de la base du terrain néocomien manque complétement dans le Jura.

Ainsi l'irruption de la mer néocomienne sur l'emplacement du Jura méridional et dans le bassin du Rhône en général, ou plutôt l'affaissement de ces contrées sous les eaux de cette mer, à partir d'une charnière formée par le Jura septentrional, de Gray à Soleure, ne paraît pas s'être fait d'un seul coup, ni brus

(1) *Mém. de la Soc. d'émul. du Doubs*, 1853.

quement, ni uniformément. La mer néocomienne aurait envahi d'abord la Provence et le Dauphiné, plus tard la Basse-Savoie, le Jura suisse, les départements de l'Ain et du Jura et la partie haute du Doubs ; et plus tard encore, les parties basses du Doubs et la Haute-Saône, où on ne trouve que la partie *moyenne* du terrain néocomien.

Les belles observations de mon excellent ami, M. Sautier (1), ont mis en évidence la discontinuité entre la formation d'eau douce supra-jurassique et les calcaires néocomiens inférieurs, dans les environs des Rousses.

Relativement aux diverses assises du terrain néocomien, les résultats obtenus par le même géologue concordent en grande partie avec nos études ; et surtout ils constatent un fait très-important, que nous n'avions pu qu'indiquer avec doute ; c'est la présence des *Caprotines* et de beaucoup d'autres fossiles des calcaires néocomiens supérieurs dans les calcaires néocomiens inférieurs eux-mêmes. Ce fait, que nous avons vérifié dans les montagnes de la Chartreuse, a pour corrélatif la présence de beaucoup d'espèces des assises néocomiennes inférieures dans les couches les plus élevées des calcaires à Caprotines et des marnes à Orbitolites, qui alternent avec eux. Cela prouve qu'il y a une liaison intime entre toutes les assises du terrain néocomien, et qu'il est impossible de le diviser en plusieurs étages proprement dits, bien tranchés. Les variations de ce terrain, depuis la Haute-Saône jusqu'à la Méditerranée, constituent un sujet d'études des plus intéressants, sur lequel nous nous proposons de publier prochainement quelques aperçus.

Nous n'avons presque rien dit, dans ce travail, des étages crétacés supérieurs au terrain néocomien : ils n'intéressaient pas directement nos recherches. Nous avons confondu avec le gault, comme on le faisait généralement alors, les couches supérieures aux Orbitolites de la Perte du Rhône et du Val-de-Travers : l'excellent travail de M. Renevier (2) a fait connaître à fond ces assises remarquables, au-dessus desquelles commence le gault proprement dit. Quant à la craie chloritée, nous

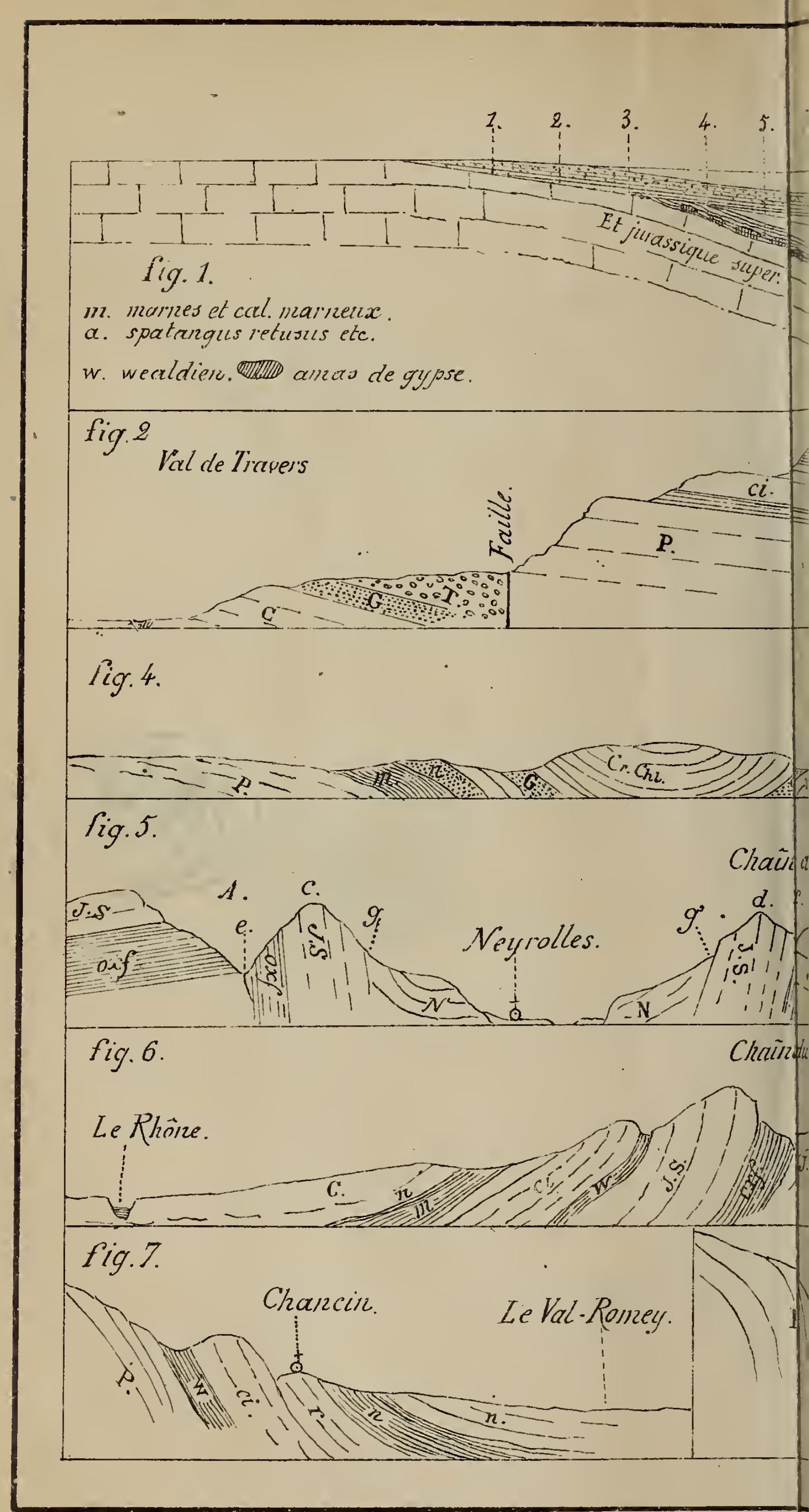
(1) *Mém. de la Soc. d'émul. du Doubs*, 1855.

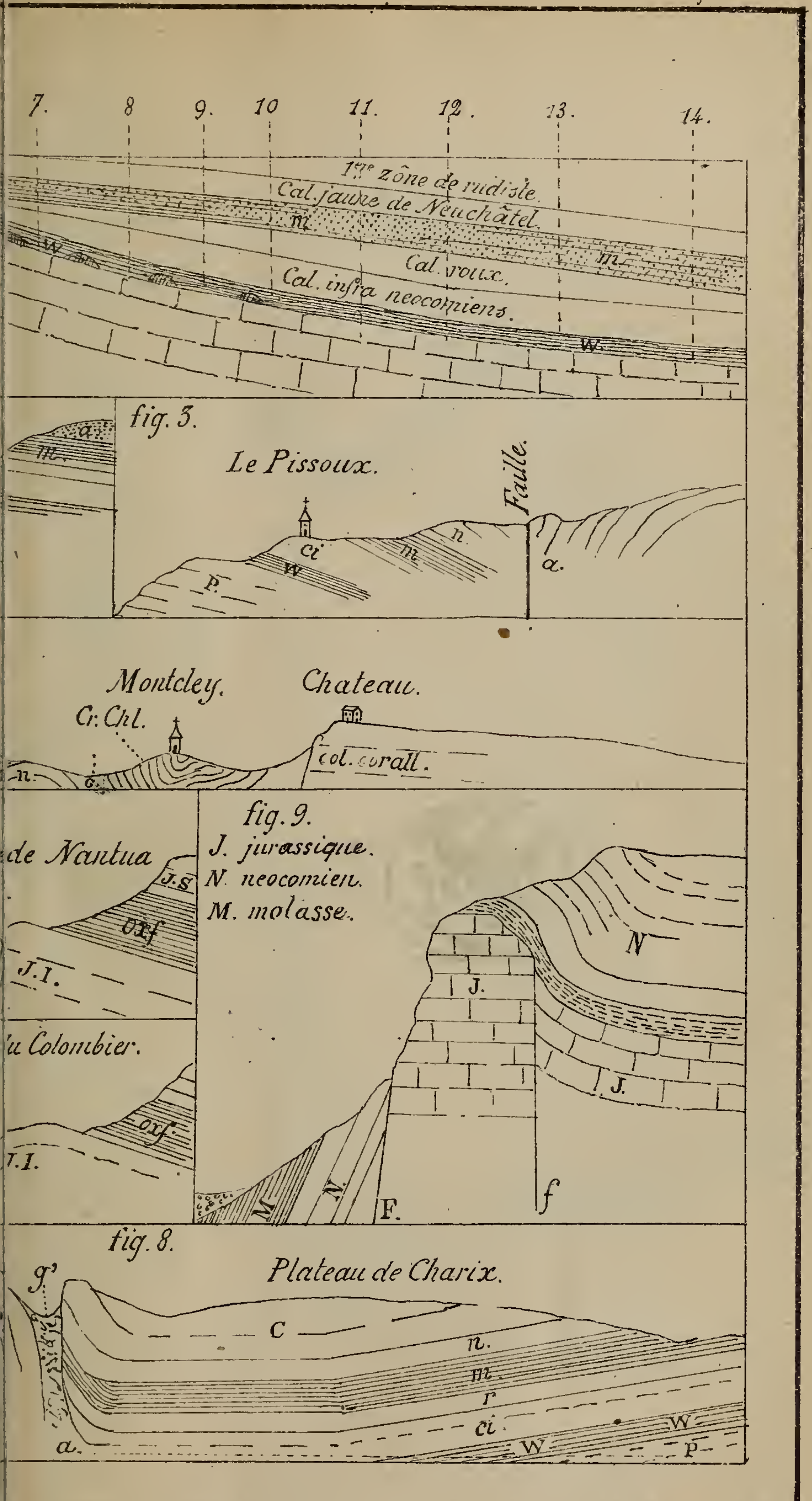
(2) *Mémoire sur la perte du Rhône et ses environs*, t. XIV des nouveaux Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles.

renvoyons à la notice que nous avons publiée en 1849 (1) sur la présence de ce terrain dans les environs de Pontarlier et dans la vallée de l'Ognon.

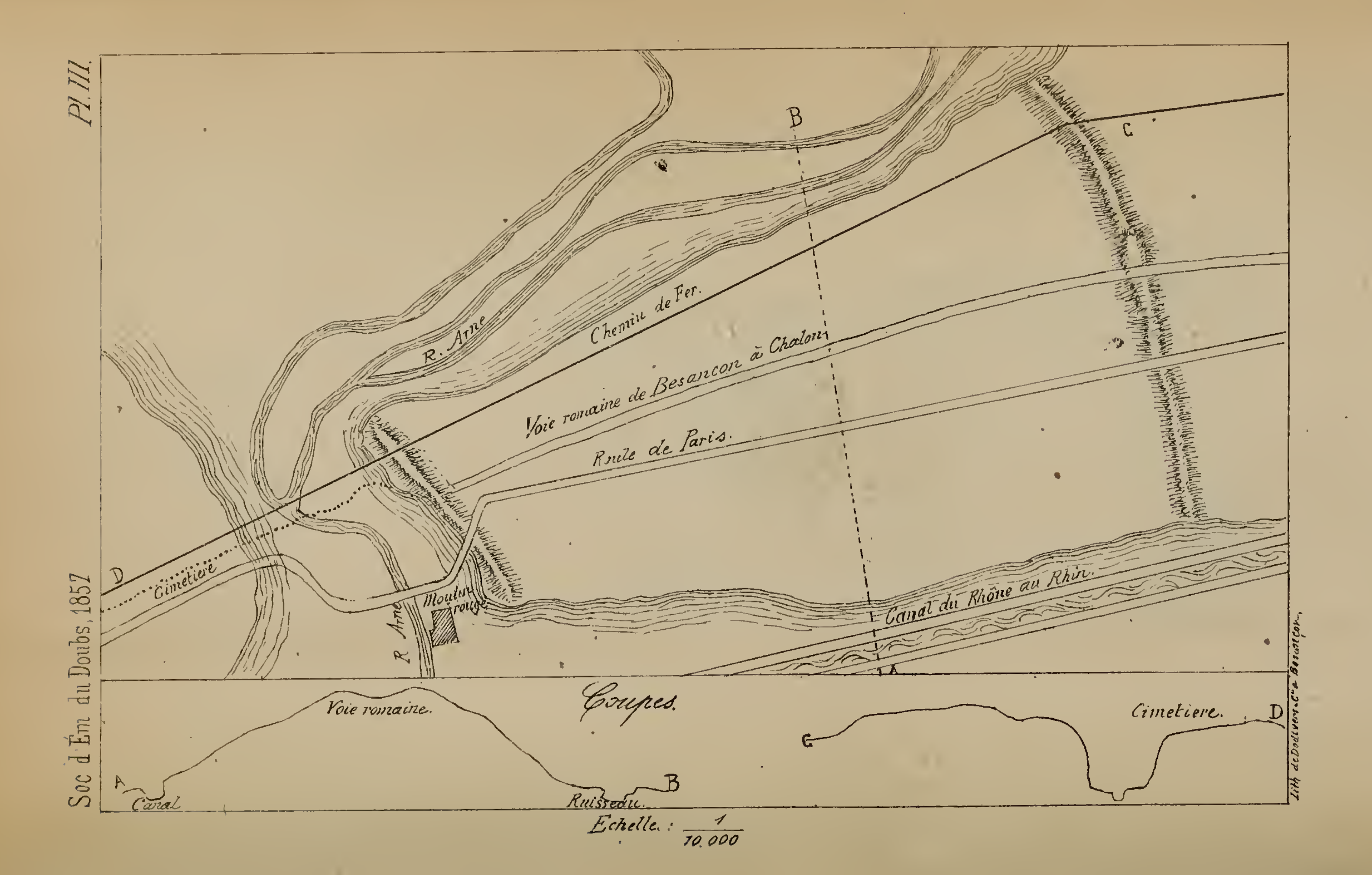
Grenoble, 6 mai 1857.

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI.


1.
2.
3.
4.
5.
Et jurassique super.
fig. 1.
m. marnes et cal. marneux.
a. spatangus retusus etc.
w. wealdien. amas de gypse.
fig. 2
Val de Travers
Faille.
ci.
P.
G
T.
C
fig. 4.
P.
m.
n.
G.
Cr. Chi.
fig. 5.
A.
c.
e.
g.
J.S
ox.f
J.S.
Neyrolles.
N
g.
d.
J.S.
N
fig. 6.
Le Rhône.
C.
n
m.
ci.
W.
J.S.
fig. 7.
Chancin.
Le Val-Romey.
P.
W
ci.
r.
n
n.



Aut. Dodivers & Cie Besançon.


Pl. III.
Soc d'Ém du Doubs, 1857
B
C
R. Arne
Chemin de Fer.
Voie romaine de Besancon à Chalon
Route de Paris.
D
Cimetière
Moulin rouge
R. Arne
Canal du Rhône au Rhin.
A
Coupes.
Voie romaine.
A
Canal
Ruisseau.
B
C
Cimetière.
D
Lith. de Doliveux & Cie à Besançon.
Echelle : 1/10.000